

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS
PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA
DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

AUTORES

SANCHEZ PINEDO, WILDER ALEX

ZAMORA DIAZ, JOHN DENIS

Chiclayo, 8 de febrero de 2019

**DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO
– LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO
Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.**

PRESENTADA POR:

**SANCHEZ PINEDO WILDER ALEX
ZAMORA DIAZ JOHN DENIS**

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de:

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Ing° Luna Mera Juan Ignacio
PRESIDENTE

Ing° Díaz Orrego Aníbal Teodoro
SECRETARIO

Ing° Rojas Oblitas Joaquín Hernán
ASESOR

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| II. MARCO TEÓRICO. | 13 |
| 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA..... | 13 |
| 2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS..... | 15 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS. | 18 |
| 3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. | 18 |
| 3.1.1. Tipo de investigación. | 18 |
| 3.1.2. Población, muestra de estudio y muestreo..... | 18 |
| 3.1.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 18 |
| 3.2. METODOLOGÍA. | 21 |
| 3.2.1. Metodología estudio de tráfico. | 21 |
| 3.2.2. Metodología estudio de rutas | 23 |
| 3.2.3. Metodología del estudio topográfico..... | 24 |
| 3.2.4. Metodología del estudio de suelos..... | 26 |
| 3.2.5. Metodología del estudio de canteras..... | 28 |
| 3.2.6. Metodología del estudio hidrológico..... | 28 |
| 3.2.7. Metodología del diseño geométrico | 29 |
| IV. RESULTADOS. | 58 |
| 4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. | 58 |
| 4.1.1. Ubicación..... | 58 |
| 4.1.2. Topografía. | 59 |
| 4.1.3. Clima. | 59 |
| 4.1.4. Vías de acceso. | 59 |
| 4.2. ESTUDIOS BÁSICOS DEL PROYECTO..... | 59 |
| 4.2.1. Estudio topográfico. | 59 |
| 4.2.2. Estudio de tráfico..... | 65 |
| 4.2.3. Estudio de suelos | 69 |
| 4.2.4. Ensayos de afirmado de cantera | 77 |
| 4.3. DISEÑO | 80 |
| 4.3.1. Diseño geométrico de la carretera..... | 80 |
| 4.3.2. Elección de la superficie de rodadura y diseño de la estructura del pavimento | 88 |
| 4.3.3. Diseño de alcantarillas | 96 |
| 4.3.4. Diseño de cunetas..... | 100 |
| 4.3.5. Diseño de puente | 103 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.6. Presupuesto | 111 |
| 4.3.7. Fórmula polinómica..... | 115 |
| 4.3.8. Cronogramas..... | 116 |
| V. DISCUSIÓN. | 121 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 124 |
| VII. RECOMENDACIONES | 126 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 127 |
| IX. ANEXOS | 129 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla N° III.1: Dimensionamiento del ancho mínimo del derecho de Vía para Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | 32 |
| Tabla N° III.2: Clasificación de los vehículos..... | 33 |
| Tabla N° III.3: Vehículo ligero (VL) Radios máximos/ mínimo y ángulos | 35 |
| Tabla N° III.4: Ómnibus de dos ejes (B2) Radios máximos/ mínimos y ángulos..... | 35 |
| Tabla N° III.5: Ómnibus de tres ejes (B3-1) Radios máximos/ mínimos y ángulos. | 36 |
| Tabla N° III.6: Ómnibus de cuatro ejes (B4-1) Radios máximos/ mínimos y ángulos. | 36 |
| Tabla N° III.7: Ómnibus articulado (BA-1) Radios máximos/ mínimos y ángulos. . | 37 |
| Tabla N° III.8: Semirremolque simple (T2S1). Radios máximos/ mínimos y ángulos. | 37 |
| Tabla N° III.9: Fricción Transversal Máxima en Curvas..... | 47 |
| Tabla N° III.10: Longitudes Mínimas de Transición de Bombeo y Transición de Peralte. | 48 |
| Tabla N° III.11: Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte. (Peralte máximo = 4%)..... | 49 |
| Tabla N° III.12: Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte (Peralte máximo = 6%)..... | 50 |
| Tabla N° III.13: Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte (Peralte máximo = 8%)..... | 51 |
| Tabla N° III.14: Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) (Calzada de dos carriles de circulación)..... | 52 |
| Tabla N° III.15: Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava... 54 | |
| Tabla N° III.16: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.54 | |
| Tabla N° III.17: Pendientes máximas..... | 55 |
| Tabla N° III.18: Ancho mínimo de la calzada en tangente (en metros). | 56 |
| Tabla N° IV.1: Resultados del conteo de tráfico al mes de abril de 2017..... | 66 |
| Tabla N° IV.2: Índice diario media anual..... | 67 |
| Tabla N° IV.3: Tráfico actual porcentual por tipo de vehículo..... | 67 |
| Tabla N° IV.4: Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto Vías Alternas. | 68 |
| Tabla N° IV.5: Proyección de Tráfico - Con Proyecto | 68 |
| Tabla N° IV.6: Resumen General de los Ensayos Realizados a las características físicas..... | 71 |
| Tabla N° IV.7: Capacidad Admisible del suelo de las Calicatas. | 72 |
| Tabla N° IV.8: Resumen General de la Capacidad de soporte del terreno de fundación. | 72 |
| Tabla N° IV.9: Resumen General de la Capacidad de soporte del terreno de fundación. | 97 |
| Tabla N° IV.10: Resumen General de la Capacidad de soporte del terreno de fundación. | 102 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|-----|
| Cuadro N° III.1: Factor de corrección promedio para vehículos pesados. | 23 |
| Cuadro N° III.2: Factor de corrección promedio para vehículos ligeros. | 23 |
| Cuadro N° III.3: Tasas de Crecimiento Vehicular. | 23 |
| Cuadro N° III.4: Parámetros del World Geodetic System 1984 (WGS-84) | 25 |
| Cuadro N° III.5: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía | 39 |
| Cuadro N° III.6: Distancia de Visibilidad de Parada. | 41 |
| Cuadro N° III.7: Distancia de Velocidad de Adelantamiento. | 42 |
| Cuadro N° III.8: Ángulos de deflexión Máxima para los que no se requiere curva Horizontal. | 43 |
| Cuadro N° III.9: Necesidad de Curvas de Transición. | 44 |
| Cuadro N° III.10: Longitud deseable de la curva de transición. | 45 |
| Cuadro N° III.11: Fricción Transversal Máxima en Curvas. | 46 |
| Cuadro N° IV.1: Coordenadas de ubicación de los puntos que enmarcan el proyecto. | 59 |
| Cuadro N° IV.2: Aforo Vehicular N°1 | 65 |
| Cuadro N° IV.3: Aforo Vehicular N°2. | 65 |
| Cuadro N° IV.4: Aforo Vehicular N°2. | 69 |
| Cuadro N° IV.5: Calidad de Subrasante. | 72 |
| Cuadro N° IV.6: : Interpretación de acuerdo al color. | 75 |
| Cuadro N° IV.7: Calsificación de la carretera por demanda y orografía | 80 |
| Cuadro N° IV.8: Clasificación de vial y rango de velocidad de diseño óptima. | 81 |
| Cuadro N° IV.9: Resumen de valores asumidos para el diseño en planta. | 82 |
| Cuadro N° IV.10: Cuadro de elementos de curva. | 83 |
| Cuadro N° IV.11: Análisis del perfil de la carretera. | 84 |
| Cuadro N° IV.12: Anchos y pendientes mínimas en secciones transversales del camino. | 85 |
| Cuadro N° IV.13: Desvanecimiento de bombeo y transición de peraltes con y sin curva de transición. | 87 |
| Cuadro N° IV.14: Calidad de Subrasante. | 88 |
| Cuadro N° IV.15: Factor de equivalencia por eje y factor vehículo camión. | 89 |
| Cuadro N° IV.16: Factor de equivalencia por eje y factor vehículo camión. | 90 |
| Cuadro N° IV.17: Cuadro resumen del presupuesto total del proyecto de la carretera. | 111 |
| Cuadro N° IV.18: Presupuesto de la carretera. | 112 |
| Cuadro N° IV.19: Presupuesto del puente Mamaruribamba Bajo. | 114 |
| Cuadro N° IV.20: Fórmula polinómica de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán. | 115 |
| Cuadro N° IV.21: Fórmula polinómica de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán. | 115 |
| Cuadro N° IV.22: Diagrama de Gantt | 117 |
| Cuadro N° IV.23: Cronograma valorizado de avance de obra | 120 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.

| | |
|--|----|
| Fotografía N° IV.1: Reconocimiento del área de estudio en el sector Las Palmas De Tinyayoc. | 60 |
| Fotografía N° IV.2: Reconocimiento del área de estudio. | 60 |
| Fotografía N° IV.3: Levantamiento topográfico del área de estudio – Centro Poblado Rambrán..... | 61 |
| Fotografía N° IV.4: Levantamiento topográfico del área de estudio – Centro Poblado Las Palmas de Tinyayoc..... | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS.

| | |
|--|-----|
| Figura N° IV.1: Ubicación del Proyecto. | 58 |
| Figura N° IV.2: Primer tramo de la topografía. | 62 |
| Figura N° IV.3: Segundo tramo de la topografía. | 62 |
| Figura N° IV.4: Tercer tramo de la topografía. | 62 |
| Figura N° IV.5: Cuarto tramo de la topografía. | 63 |
| Figura N° IV.6: Quinto tramo de la topografía. | 63 |
| Figura N° IV.7: Sexto tramo de la topografía. | 63 |
| Figura N° IV.8: Séptimo tramo de la topografía. | 64 |
| Figura N° IV.9: Octavo tramo de la topografía. | 64 |
| Figura N° IV.10: Séptimo tramo de la topografía. | 66 |
| Figura N° IV.10: Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Sección N°1 | 74 |
| Figura N° IV.11: Ubicación de las secciones de la tomografía eléctrica..... | 74 |
| Figura N° IV.12: Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Sección N°2. | 75 |
| Figura N° IV.14: Sección transversal típica de la carretera..... | 86 |
| Figura N° IV.14: CBRs en el alineamiento..... | 91 |
| Figura N° IV.15: Camión H20 | 98 |
| Figura N° IV.16: Sección típica de cuneta de concreto simple. | 100 |
| Figura N° IV.17: Información general del puente..... | 103 |
| Figura N° IV.18: Sección transversal del puente. | 104 |
| Figura N° IV.19: Configuración de la losa interior del puente. | 104 |
| Figura N° IV.20: Sección de la viga interior del puente. | 105 |
| Figura N° IV.21: Refuerzo de la viga principal interior. | 105 |
| Figura N° IV.22: Refuerzo genral de la viga principal interior..... | 106 |
| Figura N° IV.23: Sección de la viga principal exterior | 106 |
| Figura N° IV.24: Refuerzo de la viga principal exterior..... | 107 |
| Figura N° IV.25: Refuerzo general de la viga principal exterior. | 107 |
| Figura N° IV.26: Refuerzo de la losa exterior del puente. | 108 |
| Figura N° IV.27: Cargas principales mostradas en la sección típica del estribo del puente. | 109 |
| Figura N° IV.28: Refuerzo del estribo del puente Mamaruribamba Bajo..... | 110 |

RESUMEN

En el Perú; muchos pueblos todavía no se conectan a la red vial de transporte que permita la integración total al desarrollo económico, social y cultural; estos pueblos actualmente se conectan mediante un camino de herradura en precarias condiciones que dificulta en gran medida el abastecimiento oportuno de productos básicos para estas familias y el acceso oportuno a los servicios de salud y educación; por lo que diseñar la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán, ubicada al sur del distrito y provincia de Cutervo del departamento de Cajamarca es nuestro principal objetivo. El proyecto consta de 4 fases; en la primera se realizaron las coordinaciones con autoridades locales, revisión de normativa y antecedentes; en la segunda fase se realizó el estudio de tráfico con una media de 55 vehículos por día, el estudio de mecánica de suelos que predominantemente son arcillo-limoso de baja plasticidad y el material afirmado de cantera tiene una capacidad de soporte de 81.3%, el estudio hidrológico por el cual se ubicaron 10 alcantarillas de tubería metal corrugado y cunetas de concreto simple de 0.075m. de espesor, el levantamiento topográfico con 50m. por lado aproximadamente, se elaboró el diseño geométrico de 7,572.59m con pendiente máxima de 9%; en la tercera fase se ha diseñado la estructura y superficie de rodadura en el cual se ha mejorado la subrasante con 3% de cal en peso en un espesor de 0.20 m. y una base también de 0.20m. de espesor cuyo plano superior conforma la rasante definitiva, el diseño estructural de obras de arte y puente tipo viga-losa con 24.8m. de longitud, y la elaboración de planos del proyecto; y en la cuarta y última fase se realizaron los metrados, análisis de costos unitarios, elaboración de costos y presupuestos, cronograma de ejecución de obra, la evaluación de impacto ambiental, análisis y discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones.

PALABRAS CLAVE: Carretera, camino de herradura, diseño geométrico, cuneta, alcantarilla, puente.

ABSTRACT

In Peru; many towns still do not connect to the road transport network that allows total integration to economic, social and cultural development; These villages are currently connected by a bridle path in precarious conditions that makes it difficult to provide a timely supply of basic products for these families and timely access to health and education services; so designing the road Mamaruribamba Bajo - Las Palmas De Tinyayoc - Rambrán, located south of the Cutervo district and province of Cajamarca department is our main objective. The project consists of 4 phases; in the first, coordination was carried out with local authorities, review of regulations and background; in the second phase the traffic study was carried out with an average of 55 vehicles per day, the study of soil mechanics that are predominantly clay-loam of low plasticity and the quarried material has a support capacity of 81.3%, the hydrological study by which 10 corrugated metal pipe culverts and 0.075m simple concrete ditches were located. of thickness, the topographic survey with 50m. On the other hand, the geometrical design of 7,572.59m with a maximum slope of 9% was elaborated; In the third phase the structure and rolling surface have been designed in which the subgrade has been improved with 3% lime in weight in a thickness of 0.20 m. and a base also of 0.20m. of thickness whose upper plane forms the final gradient, the structural design of works of art and bridge type beam-slab with 24.8m. in length, and the preparation of project plans; and in the fourth and final phase, the measurements were made, unit cost analysis, preparation of costs and budgets, work execution schedule, environmental impact assessment, analysis and discussion of results, conclusions and recommendations.

KEYWORDS: Highway, bridle path, geometric design, gutter, culvert, bridge.

I. INTRODUCCIÓN.

En la historia de la humanidad, los caminos han sido el medio de desarrollo de las civilizaciones. En la actualidad, la carretera, es una demanda social equiparable a la vivienda, la enseñanza o la sanidad. Convirtiéndose en una necesidad. (Asociación Española de la Carretera 2016, 10)

El término “carretera” es antónimo del sustantivo “pobreza”, y actualmente los datos estadísticos nacionales de los países latinoamericanos registran una población de 617.422.000 de los cuales 50 % de dicha población vive en la pobreza y pobreza extrema alrededor del 25%, pero estas cifras se elevan si se habla de la población rural. En países andinos como Perú, la población rural se acerca a la mitad de la población total, en este segmento se puede hablar de niveles de pobreza cercanos al 80%. (CEPAL 2016), estas son cifras que coinciden con el bajo nivel de accesibilidad al transporte del que disponen las comunidades rurales.

Según el último registro de la infraestructura vial del país publicado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones nuestro país cuenta con 165,372 Km de carreteras, que se clasifican en tres redes: nacional (16.0%), departamental (14.7%) y vecinal (69.3%). Con respecto al estado de las vías, se encuentran pavimentadas 14.37%, y no pavimentadas el 85.63 % (PROVIAS 2016).

En el departamento de Cajamarca la estructura vial existente tiene una dimensión de 14,721 Km; de los cuales 1,355 Km están pavimentadas y 13,366 Km no pavimentadas, de estas el 38% afirmadas, 17% sin afirmar y los otros 45% a nivel de trocha carrozable. En cuanto al estado y/o condiciones de infraestructura de la red vial, las carreteras, rehabilitadas y/o mejoradas se encuentran en malas condiciones por falta de mantenimiento adecuado, en tanto que el nivel de transitabilidad varía entre malo y muy malo. (PROVIAS 2016).

Las Palmas De Tinyayoc y Rambrán son centros poblados del distrito de Cutervo, ubicados en su extremo sur, tienen una población de 683 y 413 habitantes respectivamente (DIRESA Cajamarca 2016), éstos se conectan con la capital distrital mediante una serie de caminos que suman aproximadamente 36 Km realizado en 3 horas y 25min en camioneta y 9 horas en acémila o caballo, cruzando una accidentada travesía que incluye caminos de herradura, trochas y afirmados de las redes viales vecinal y nacional. Estos centros poblados tienen una producción eminentemente ganadera y agrícola, pero no cuentan con una vía de comunicación que permita el fluido transporte de sus productos para el intercambio comercial, limitando además en gran medida el acceso a los servicios de salud, educación, etc. Este problema dificulta el desarrollo integral de sus pobladores y magnifica las condiciones de desigualdad en las que viven.

Bajo estas circunstancias, la ruta actual hacia la ciudad de Cutervo es poco atractiva para los pobladores de la zona, que prefieren ir a la ciudad de Cochabamba para obtener mayores rentabilidad, uso y aprovechamiento de sus recursos, a pesar de que a día de hoy no se cuenta con la infraestructura vial necesaria para realizar un recorrido por esta ruta, teniendo que arriesgarse y exponerse a transitar por caminos en precarias condiciones de servicio, atravesando incluso el río Chotano en periodo de estiaje, resultando imposible cruzarlo el resto del año, viéndose obligados a dirigirse hacia la ciudad de Lajas en cuyo trayecto el 70% es trocha carrozable, siendo cubierto el 30 % restante por la vía proyectada, debiendo ir a pie o en acémilas y caballos, tardando 4 horas para

llegar a su destino, situación que dificulta el transporte y encarece sus productos e implica mayor esfuerzo físico, situación que acrecienta su nivel de pobreza.

Frente a la problemática expuesta y considerando la apremiante necesidad que presenta este caserío, surgió la siguiente interrogante:

¿Cuál es el diseño de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas de Tinyayoc - Rambrán, del distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2016? Producto del estudio y análisis de la situación actual, se planteó la siguiente hipótesis:

El proyecto de Diseño de la Carretera Mamaruribamba - Las Palmas De Tinyayoc - Rambrán, en el distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca mejorará el servicio de transitabilidad y acceso a servicios básicos de salud y educación e impulsará el desarrollo de actividades comerciales, agrícolas y ganaderas; garantizando la inclusión social y elevando el nivel de calidad de vida de la población involucrada. Para llevar a cabo el proyecto de manera ordenada y secuencial se consideraron como objetivo general: Diseñar la Carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc - Rambrán, en el distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2016. Con el fin de mejorar la calidad de vida de la población y generar mejores oportunidades económicas y acceso a servicios de educación y salud; con el planteamiento de las herramientas técnicas necesarias para su ejecución. Y como objetivos específicos: Realizar los estudios topográficos, geomecánico e hidrológico a fin de evaluar las alternativas de diseño de manera técnica, social, económica y ambiental.

Elaborar el diseño geométrico, y obras de arte necesarias.

Evaluar el Impacto Ambiental que generará el proyecto, antes durante y después de su ejecución.

Elaborar los planos y analizar costos, presupuesto y programación para el proyecto.

Además, se presentan justificaciones de diversa índole que se expresan a continuación:

Justificación Técnica: El diseño de la carretera y obras de arte sobre el río Chotano que contempla el proyecto, incluye el análisis detallado de ancho de vía, radios, pendientes, diseños de curvas verticales y horizontales, entre otros, y el diseño del drenaje transversal y longitudinal permitirán evacuar el agua proveniente de lluvias y cauces naturales que intercepten la infraestructura vial planteada; se hará uso pleno de los parámetros establecidos por la normativa nacional vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y normativas internacionales pertinentes, a los cuales este proyecto se alineará, a fin de garantizar su estabilidad, permanencia y sostenibilidad.

Justificación Ambiental: El impacto ambiental es inevitable en toda obra de ingeniería civil, pues la existencia de ecosistemas frágiles hace de gran importancia la evaluación de los factores ambientales como aire, agua, suelo, flora, fauna, entre otros, que se puedan encontrar dentro de la zona del proyecto, sin embargo los impactos negativos que se puedan identificar en la Evaluación de Impacto Ambiental que se realizará para dicho proyecto se verán mitigados por la elaboración de Programas de Adecuación y Manejo Ambiental, así mismo cabe mencionar que los impactos ambientales pueden ser positivos, sobre todo en los factores económico y social.

Justificación Económica: El crecimiento económico y comercial se verá potenciado e incrementado por la apertura de esta carretera, que creará comunicación vial directa entre las localidades de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas de Tinyayoc y Rambrán; comunidades que se verán beneficiadas en lo que

respecta a tiempo y costo de transporte de sus productos agrícolas y ganaderos, debido a las óptimas condiciones de diseño y servicio que brindará dicha vía.

Justificación Social: La necesidad de contar con una carretera que conecte las comunidades de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas de Tinyayoc y Rambrán, surge ante las limitaciones de servicios básicos como alimentación, salud y educación, y del afán de progreso y bienestar social de las comunidades, la carretera originará fuentes directas e indirectas de empleo que aumentarán los niveles de calidad de vida de los pobladores; cabe mencionar la importancia que expertos le están dando a la integración de las comunidades por carreteras, pues Eric Lancelot, perito en el transporte de la entidad multilateral le dice a la BBC Mundo: “ Vimos cosas como un aumento en la participación escolar para las niñas por el impacto de las mejores carreteras”(BBC 2015).

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Los antecedentes sirven como referencia para guiarnos y mejorar el enfoque del proyecto o la forma de atacar el problema; a continuación, se presentan trabajos en diseño de caminos y puentes con su respectiva síntesis conceptual:

Montejo Fonseca, Alfonso. 2010. *Ingeniería de pavimentos*. 3ª Ed. Tomo 1. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

En esta obra se exponen los conceptos básicos de ingeniería para alcanzar el nivel adecuado en el diseño, construcción y mantenimiento de los diversos tipos de pavimentos.

Se presenta un estudio de los modelos de distribución de esfuerzos y deflexiones para pavimentos, como así también las metodologías de diseño preparadas por las principales agencias viales de Colombia y del mundo, para los pavimentos de carreteras y aeropistas.

La metodología utilizada por el autor, que incluye ejemplos y ejercicios, es otra de las cualidades de esta obra de gran aplicabilidad en los programas regulares de pregrado, posgrado y por supuesto también en el ejercicio profesional.

Bonifaz, José et al. 2012. *Estimación de los beneficios económicos de la carretera interoceánica*. Lima: Universidad del Pacífico.

El presente trabajo contiene información relevante sobre el impacto económico de los proyectos de carreteras, haciendo una estimación de los beneficios indirectos; escenario sin carretera - escenario con carretera. Mostrando ejemplos didácticos para la estimación de los beneficios del transporte: Reducción de costos operativos. Ahorro en los tiempos de viaje de los pasajeros, y al finalmente estudia las metodologías y principios para la proyección del tráfico.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones – PRO VIAS Nacional. 2016. *Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Huara - Sayán - Km. 86, Región Lima - Perú*.

La carretera Huaura- Sayán – Km 86 (Km 1 + 190.22 al Km 86 + 000), que forma parte de la carretera Huaura – Sayán – Churín, Tramo: Huaura – Sayán – Puente Tingo, beneficia a más de 58,500 habitantes de la región Lima Provincias.

Esta obra, esperada por la población por más de 40 años, permite un mejor impulso económico a las provincias de Huaura y Oyón, en Lima Provincias, a lo que se suma la articulación con las regiones Pasco y Huánuco.

El sector inaugurado, de 85 kilómetros, hará posible, además, reducir los tiempos de viaje de manera significativa, de más de 2 horas y 30 minutos a solo 1 hora, 50 minutos.

La inversión en este proyecto es superior a S/. 724 millones de soles, a costa de brindar mejores condiciones de seguridad y confort, mejorando la calidad de vida a la población del área de influencia.

Gobierno Regional Moquegua. 2016. *Construcción de la carretera a nivel de trocha carrozable, ruta tramo Quinistaquilla Emp Mo-100 (Chimpapampa)- Yaragua-Yoyo Emp. Mo-102 (Cuchumbaya), de los distrito de Quinistaquillas-*

Cuchumbaya de la prov. Gral. Sánchez Cerro – Mcal. Nieto. Región Moquegua - Perú.

El problema que genera el proyecto involucra a los distritos de Carumas, Cuchumbaya, Omate y Quinistaquillas, la no presencia de la carretera de Yojo (Cuchumbaya) a Chimpapampa (Quinistaquillas) hace que estos distritos no tengan una adecuada accesibilidad y transitabilidad.

El proyecto se enmarca en la parte noreste del departamento de Moquegua. Donde la población estimada en ambos distritos es de 8,599 pobladores. La gran mayoría de la población se dedica a la actividad agrícola y pecuaria, siendo estas sus principales actividades económicas. La gran mayoría de la población cuenta con los servicios públicos básicos en energía eléctrica, agua y desagüe.

La Construcción de la carretera a nivel de trocha carrozable de los tramos Yojo, Yaragua, Lagtogen, San Pedro hasta Chimpapampa, iniciando en la progresiva 0+00 en río de Yojo y llegando a Chimpapampa con 26+165 Km. de longitud, también en este Río se encuentra el Puente de Yojo con una Luz de 43 m, postensado, consta de un solo carril, es un puente rural reglamentario, con vigas de 2 m x 35 de base, estuvo a cargo de Gobierno regional de Moquegua, y los gastos de operación y mantenimiento están a cargo de las municipalidades distritales de Cuchumbaya y Quinistaquillas.

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2015. Camino vecinal Ladrillera – Huabal – Santa Rosa, del distrito Callayuc de Cutervo. Región Cajamarca - Perú.

Este proyecto de apertura de Trocha incluye la colocación de afirmado, obras de arte y drenaje; con un presupuesto de S/. 3'442,045.51, beneficiando a 14,538 pobladores. (GSRC 2013).

El proyecto “Construcción De Camino Vecinal Ladrillera-Huabal– Santa Rosa Del Distrito De Callayuc De Cutervo”, fue ejecutada por la Gerencia Sub Regional de Cutervo, la misma que tiene una apertura de 12.107 kilómetros, y viene mejorando la calidad de vida de 14,538 habitantes quienes a diario utilizaban caminos de herradura para llegar a su destino; siendo una zona de alta producción de frutales, esta vía viene mejorando el transporte y venta de sus productos; además de que permitirá el avance de cada uno de estos caseríos”.

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2015. Trocha Carrozable 1º De Mayo – Chipuluc, Provincia de Cutervo. Región Cajamarca - Perú.

El aislamiento económico, social y cultural de los caseríos y comunidades campesinas ubicadas entre el área de influencia del PIP y los mercados locales y regionales era un problema de suma importancia en Chipuluc y sus alrededores.

La mayor parte de la población asentada en el área de influencia del proyecto, se dedica a las actividades de agricultura, ganadería e industria (derivados de la caña de azúcar), pudiendo concluir que el 100% de la población utiliza la vía para trasladar sus productos a los mercados de Cutervo, Chota, Pucara, y Chiclayo.

La solución planteada y ejecutada fue finalmente, la construcción de una carretera a nivel de afirmado y lastrado con un espesor de $e = 15\text{cm}$, en una longitud de 12.50 Km con un ancho de plataforma de 4.00m en el tramo comprendido entre la 1º De Mayo – Sadín – Yerba Buena – Tuyo Tuyo – Chipuluc, más cunetas de 0.50x0.30m, obras de arte (puentes, alcantarillas y badenes).

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS.

Las bases teórico – científicas presentan una estructura sobre la cual se diseña el estudio, sin estas no se sabe cuáles elementos se pueden tomar en cuenta, y cuáles no. Sin una buena delimitación de ellas, todo instrumento diseñado o seleccionado, o técnica empleada en el estudio, carecerá de validez. Las bases teórico – científicas fundamentales para el desarrollo del proyecto se exponen a continuación.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014. *Manual De Carreteras – Diseño Geométrico DG 2014*. Lima: Macro.

Este manual constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio, por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, es un documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Abarca la información necesaria y los diferentes procedimientos, para la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con las demás normativas vigente sobre la gestión de la infraestructura vial.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2005. *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito*. Lima: Macro.

Dentro de su rol normativo y fiscalizador, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, tiene como función formular las normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles, así como emitir los manuales de diseño y especificaciones técnicas para la ejecución de los proyectos viales.

En este contexto, el MTC ha elaborado el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, teniendo en consideración que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional, por cuanto el mayor porcentaje de la vialidad se encuentra en esta categoría.

Esta norma es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, según corresponda. Por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán ceñirse como mínimo a esta norma.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013. *Manual De Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG 2013*. Lima: Macro.

El Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” es de carácter general y responde a la necesidad de promover la uniformidad y consistencia de las partidas y materiales que son habituales en proyectos y obras viales.

También tienen por función las de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los Contratos y propugnar la calidad del trabajo, para cuyo logro, se considera importante que los ejecutores promuevan mecanismos de autocontrol de calidad de obra y la aceptación satisfactoria por

parte de la entidad contratante. La Supervisión tendrá la función de efectuar el Control de Calidad de la Obra para lo cual contará con los elementos técnico-logísticos que requiera el Proyecto.

Un aspecto a destacar en las presentes Especificaciones es considerar la importancia que tiene el factor humano y su entorno socio ambiental en la ejecución de las obras viales, tomando las acciones y previsiones necesarias con la finalidad de mitigar los impactos socio ambientales, permitiendo un adecuado nivel de seguimiento y control para la preservación de los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013. *Manual De Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos*. Lima: Macro.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, es un organismo del Poder Ejecutivo que cuenta con personería jurídica de derecho público y constituye un pliego presupuestal, el mismo que conforme a lo señalado en la Ley N° 29370 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene entre sus funciones, la de formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, fiscalizar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial, bajo su competencia, aplicable a todos los niveles del gobierno. En tal sentido es propósito de este documento desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondientes a las Carreteras y Caminos, con el propósito de brindar a los Ingenieros las pautas y criterios técnicos apropiados para diseñar eficientemente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no pavimentadas y pavimentadas dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto. Asimismo, la sección de Suelos y Pavimentos permite a los consultores emplear nuevas tecnologías debidamente sustentadas y acreditadas ante el MTC.

Ministerio Del Ambiente. 2005. *Ley General Del Ambiente - Ley N° 28611*. Lima. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental.

La Ley General del Ambiente es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas que aseguren el efectivo ejercicio del derecho constitucional al ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida. Asimismo, la Ley General del Ambiente regula el cumplimiento de las obligaciones vinculadas a la efectiva gestión ambiental, que implique la mejora de la calidad de vida de la población, el desarrollo sostenible de las actividades económicas, el mejoramiento del ambiente urbano y rural, así como la conservación del patrimonio natural del país, entre otros objetivos.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones. 2003. *Manual De Diseño De Puentes*. Lima: Dirección General de Caminos Y Ferrocarriles.

El manual de diseño de puentes establece las condiciones generales para la preparación de un proyecto, así como las cargas a las que serán sometidas las estructuras, la resistencia de los materiales que la conforman, las deformaciones que se pueden producir y los métodos de análisis para evaluar su comportamiento con seguridad y estabilidad en su periodo de vida útil.

El objetivo de este manual es que sea aplicado, a nivel nacional en cualquier proyecto que involucre la construcción, rehabilitación y/o ampliación de un puente, uniformizando de esta manera, los criterios de diseño y la presentación de estudios.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Tipo de investigación.

De acuerdo al diseño de la investigación es **Descriptiva**, debido a que se recoge información de la zona del proyecto para someterla a un análisis en el que se mide y evalúa diversos aspectos o componentes que serán puestos a prueba y posteriormente comparados con los estándares establecidos en normas, leyes y manuales vigentes.

De acuerdo al fin que se persigue es **Aplicada**, porque está dirigida hacia la solución de un problema práctico concreto mediante la consecución de los objetivos planteados, obteniendo resultados pragmáticos de carácter técnico.

3.1.2. Población, muestra de estudio y muestreo.

Los principales elementos de estudio del proyecto son la carretera de 7 Km y el puente de 25 m que atraviesa el río Chotano. Por lo tanto, el muestreo para la recolección de datos será el siguiente:

Estudio de tráfico, el cual se realizará por 3 días, jueves (J), domingo (D) que son los días de mayor flujo vehicular y cualquier otro día de la semana (L, M, M, V, S), con el fin de obtener la muestra más representativa posible.

Levantamiento topográfico de 40 metros a cada lado del eje de vía de la alternativa de diseño elegida.

Seccionamiento topográfico, el cual no deberá ser mayor de 20 m en tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas con radios inferiores a 100 m. (MTC 2014)

Levantamiento topográfico de 100 metros a cada lado del eje del puente proyectado sobre el río Chotano a intervalos de 1 metro.

Una (1) calicata por Kilómetro, con una profundidad mínima de 1.5 m. (MTC 2013)

Una (1) calicata en cada cruce de aguas donde sea necesaria la construcción de un pontón o alcantarilla. (MTC 2014)

Un (1) sondaje de exploración (SPT) por cada componente en el puente proyectado sobre el río Chotano. (MTC 2003)

3.1.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.1.3.1. Técnicas:

Estudio de tráfico:

Para este estudio será necesario efectuar los estudios de tráfico correspondiente a volumen y clasificación de tránsito en puntos establecidos, con el objetivo de determinar las características de la infraestructura vial y la superestructura del puente (MTC 2003, 26)

Levantamiento Topográfico:

Es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales y/o artificiales más importantes (Mendoza 2013).

Estudio Geotécnico:

Granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas. (Ver Formato 4.3 – anexo 4)

MTC E 107: Análisis granulométrico de suelos por tamizado.

ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

MTC E 204: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.

NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Contenido de Humedad: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente. (Ver Formato N° 4.5 – anexo 4)

MTC E 10: Determinación del contenido de humedad de un suelo.

ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

Peso específico: Determina el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas. (MTC 2016)

MTC E 205 Gravedad específica y absorción de agregados finos.

NTP 400.022: Peso específico y absorción del agregado fino.

MTC E 206: Peso específico y absorción de agregados gruesos

NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

Límite Líquido: Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo (MTC 2016, 67)

MTC E 110: Determinación del límite líquido de los suelos.

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

Límite Plástico: Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma

de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen (MTC 2016, 72).

MTC E 111: Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

Valor de la Relación de Soporte (California Bearing Ratio - CBR): Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado (MTC 2016, 248).

MTC E 132: CBR de suelos (laboratorio)

ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

Ensayo De Penetración Estándar (SPT): Este ensayo es el resultado de hincar un muestreador de caña partida para obtener una muestra representativa de suelo y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreador (MTC 2016, 145).

MTC E 119: Método de ensayo de penetración estándar SPT.

NTP 339.134: SUELOS. Método para la Clasificación de Suelos con propósitos de Ingeniería.

ASTM D 2488 Standard Practice for Description and Identification (Visual-Manual Procedure).

ASTM D 4220 Standard Practice for Preserving and Transporting Soil Samples.

Abrasión Los Ángeles (L.A): Mediante este método se ensayan los agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½") para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles (MTC 2016, 315).

MTC E 207: Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½")

NTP 400.019: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.

3.1.3.2. Fuentes:

Bibliografía,
Normativa vigente,
Asesoría de tesis.

3.1.3.3. Instrumentos:

Programas de Computo:

AutoCAD 2016,
AutoCAD Civil 3D 2016,
S10 2005,
MS Project,
SAP 2000 v.14.

Topográficos:

Estación Total,
Global Positioning System (GPS),
Brújula,
Nivel de ingeniero.

Laboratorio de Mecánica de Suelos:

Mallas,
Hornos,
Máquina de los Ángeles,
Moldes Proctor,
Moldes de CBR,
Equipo de corte directo,
Equipo para límites de Atterberg.

3.2. METODOLOGÍA.**3.2.1. Metodología estudio de tráfico.**

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte; mientras que el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la carretera, pero que usualmente se denominan tráfico vehicular.

En el desarrollo del estudio de tráfico, se contemplan tres etapas.

- Recopilación de información.
- Tabulación de la información.
- Análisis de la información y obtención de resultados.

En esta etapa se realizó una visita de inspección a las distintas zonas adyacentes donde se realizará dicho estudio, ya que, por tratarse de un proyecto de apertura de carretera, es decir no existe una carretera actualmente por la cual se tuvo que realizar el estudio de tráfico en la carretera Rambrán – Trigopampa y en la carretera Quinuapampa; ya que esta presenta las características más aproximadas al proyecto de estudio. Para realizar el conteo de vehículos se realizó por medio manuales. En la zona del proyecto no existen polos que generen y atraen el flujo de tráfico muy significativo. El estudio de tráfico vehicular tuvo por objetivo cuantificar y clasificar los vehículos que transitan por las mencionadas vías, dicho estudio fue realizado entre el 27/04/2017 al 30/04/2017 durante las 24 horas del día, habiendo considerado como estación de conteo vehicular principales la localidad de Rambrán con coordenadas: (Este 744786.28; Norte 9279695.07) y la localidad de Quinuapampa con coordenadas: (Este 747098.46; Norte 9280101.15). El equipo de trabajo que participo en las labores de recolección de información de campo estuvo a cargo de 4 clasificadores.

Para el procesamiento de datos se tuvo en cuenta:

- Revisión de la información (Formatos)
- Clasificación de la información
- Procesamiento y digitación de los datos en computadora.
- Resultados del índice Medio Diario (IMD).
- Proyección de muestras a una semana, mensual y anual, mediante factores de corrección.

Para obtener un promedio de IMD por vehículo según la formula siguiente:

$$IMD = \frac{\sum V_i}{7} \quad IMDa = FC \times IMDa$$

Donde:

| | |
|-------|--|
| IMDa | : Índice Medio Diario Anual |
| IMD | : Índice Medio Diario |
| V_i | : Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo |
| FC | : Factor de Corrección Estacional |

3.2.1.1. Tránsito proyectado

El Tráfico obtenido corresponde al tráfico normal, el tráfico inducido o generado es el que se obtiene en forma adicional, como resultado de aquel que se va estableciendo como consecuencia de la rehabilitación y política de mantenimiento que ese imponga. Este tráfico, en forma proyectada es el que conjuntamente con el Normal, queda establecido, como consecuencia de la aplicación de variables socioeconómicas representadas por los factores y tasa empleadas en las proyecciones. En este caso no se da un tráfico desviado.

El tráfico proyectado se efectúa para el Índice Medio Diario Anual obtenido en cada sector de conteo vehicular. El periodo de proyección corresponde al período de servicio de la vía considerado en 10 años de acuerdo a las recomendaciones de manual del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF 2018), por lo tanto, el periodo es de 10 años. Esta proyección del tráfico es utilizada para el cálculo de refuerzo que se colocará en las zonas donde se requiera, como medida de mantenimiento.

Por lo tanto, sólo consideraremos el Tráfico Normal. Para el cálculo del tráfico futuro se utilizará la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

En la que:

| | |
|-------|---|
| T_n | = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día |
| T_o | = tránsito actual (año base o) en veh/día |
| n | = años del periodo de diseño |
| r | = tasa anual de crecimiento del tránsito |

Definida en correlación con la dinámica de creciendo socio-económico normalmente entre 2% y 6%. Estas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

3.2.1.2. Factor de corrección estacional – FCE

El volumen de tráfico además de las variaciones horarias y diarias fluctúa según las variables estacionales (mensuales) del año, por lo tanto, es necesario efectuar una corrección a fin de expandir la muestra tomada utilizando los factores de corrección estacional FCE. En los caminos vecinales Rambrán-Trigopampa y Quinuapampa - Lajas, no existe ninguna unidad de peaje, por lo que fue necesario

buscar una unidad de peaje con patrón estacional similar al que se puede encontrar en carreteras del proyecto.

El factor de corrección correspondiente al mes de noviembre obtenido de la información estadística que brinda el peaje Cuculí, y según información ofrecida por la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68,01, Anexo SNIP 09V1.1 – Unidades Peaje PVN, el mismo que se utilizará para el ajuste correspondiente de la información de conteo correspondiente a la estación de conteo establecida en el proyecto.

Cuadro N° III.2: Factor de corrección promedio para vehículos ligeros.

| Peaje | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cuculí | 0.7693 | 0.7492 | 0.7829 | 0.8314 | 0.7860 | 1.0145 | 1.7938 | 0.9749 | 0.9913 | 1.0173 | 1.0519 | 0.9988 |

Fuente: Unidad Peaje PVN – OGPP – 2000 - 2010.

Cuadro N° III.1: Factor de corrección promedio para vehículos pesados.

| Peaje | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cuculí | 0.9501 | 0.9848 | 1.4030 | 1.5176 | 1.2465 | 0.9695 | 1.0098 | 1.0043 | 0.9205 | 0.9864 | 0.9077 | 0.8806 |

FCE: Factor de Corrección Estacional: Peaje Cuculí

Fuente: Unidad Peaje PVN – OGPP – 2000 - -2010.

3.2.1.3. Variables macroeconómicas

El presente estudio se ha tomado como información base las tasas de crecimiento del INEI, tasa de Crecimiento Poblacional del Departamento de Cajamarca que es 2.0% para vehículos ligeros y de la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno de 3.5% para vehículos pesados, correspondiente al Departamento de Cajamarca.

En tal sentido, se muestran en el cuadro siguiente las tasas de crecimiento vehicular consideradas en la zona del proyecto.

Cuadro N° III.3: Tasas de Crecimiento Vehicular.

| | | | |
|------------|------|--|-------------------------------|
| $r_{vp} =$ | 2.00 | Tasa de Crecimiento Anual de la Población | (para vehículos de pasajeros) |
| $r_{vc} =$ | 3.50 | Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional | (para vehículos de carga) |

3.2.2. Metodología estudio de rutas

El primer paso para encontrar el mejor trazo, es hacer un reconocimiento de la zona del proyecto, un examen general rápido y crítico del terreno por el que debe pasar la carretera, para determinar sus características topográficas principales y la naturaleza uso actual y futuro, siendo el propósito del reconocimiento de ruta:

Hallar y evaluar diversas rutas posibles para el trazo y determinar la mejor alternativa.

Obtener una idea del caso probable de construcción de la carretera propuesta.

Fijar una idea sobre el efecto posible de la carretera en el desarrollo socioeconómico de los terrenos por lo que atraviesa.

Evitar que el trazo de la carretera cause el mayor daño a la propiedad privada de la zona

Para el presente proyecto se evaluó sobre tres trazos; para ello se realizó el levantamiento topográfico de la zona para luego determinar la ruta más óptima, la cual ha sido desarrollada.

3.2.3. Metodología del estudio topográfico.

3.2.3.1. Consideraciones generales del trazo

La Localización de una ruta entre dos puntos, uno inicial y otro final, establecida como condición previa, para un proyecto de carretera, implica encontrar una franja de terreno cuyas características topográficas y factibilidad de uso, permita asentar en ella una carretera de condiciones operativas previamente determinadas.

Debido a que la zona de proyecto se encuentra en un territorio accidentado, el trazo resulta controlado por las inclinaciones del terreno. En estos casos, además de vencer los accidentes importantes, el trazo se enfrenta a la necesidad de salvar la diferencia de alturas en los tramos en que se requiere ascender o descender para pasar por puntos obligados de la ruta.

3.2.3.2. Topografía y trazado

El plano topográfico es la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, y de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre. El relevamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas o elevaciones de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel a escalas convenientes para la interpretación del plano por el ingeniero y para la adecuada representación de la carretera y de las diversas estructuras que lo componen.

En los reconocimientos, se recomienda usar de preferencia planos a escala en el rango entre 1:2000 y 1:10000 con curvas de nivel, a intervalos de altura de 5 m. En terrenos muy empinados, no es posible el dibujo de curvas a este intervalo y será necesario elegir un intervalo mayor en que la distancia horizontal en el dibujo, entre dos curvas de nivel sea mayor a 1 mm.

En los diseños definitivos, se recomienda utilizar planos en planta horizontales normalmente en el rango de 1:500 y 1:1000 para áreas urbanas; y de 1:1000 y 1:2000 para áreas rurales. Y curvas a nivel a intervalos de 0.5 m. a 1.0 m. de altura en áreas rurales y a intervalos de 0.5 m. en áreas urbanas.

3.2.3.3. El trazo indirecto

En el Perú, se ha denominado trazado indirecto al procedimiento de realizar levantamientos topográficos precisos, en una franja amplia del terreno. Y el trazo del eje se realiza en el gabinete sobre los planos de topografía o los modelos digitales producto del levantamiento.

Definida la ruta y sus puntos obligados de paso, se hacen levantamientos topográficos de precisión en una franja de la

carretera que cubra las mejores posibilidades de colocar el trazo y analizar sus variantes.

3.2.3.4. Sistema de unidades

En todos los trabajos topográficos se aplicará el sistema métrico decimal.

Las medidas angulares se expresarán en grados, minutos y segundos sexagesimales.

Las medidas de longitud se expresarán en kilómetros (km); metros (m); centímetros (cm) o milímetros (mm), según corresponda.

3.2.3.5. Sistemas de referencia

El sistema de referencia será único para cada proyecto y todos los trabajos topográficos necesarios para ese proyecto estarán referidos a ese sistema. El sistema de referencia será plano, triortogonal, dos de sus ejes representan un plano horizontal (un eje en la dirección sur-norte y el otro en la dirección oeste-este, según la cuadrícula UTM de IGN para el sitio del levantamiento) sobre el cual se proyectan ortogonalmente todos los detalles del terreno ya sea naturales o artificiales. El tercer eje corresponde a la elevación, cuya representación del terreno se hará tanto por curvas de nivel, como por perfiles y secciones transversales. Lo que permitirá efectuar la transformación para una adecuada georeferenciación. Las cotas o elevaciones se referirán al nivel medio del mar.

El método utilizado para orientar el sistema de referencia y para ligarlo al sistema UTM del IGN.

Para efectos de la georeferenciación, debe tenerse en cuenta que el Perú está ubicado en las zonas 17, 18, 19 y en las bandas M, L, K, según la designación UTM.

El elipsoide empleado es el World Geodetic System 1984 (WGS-84) el cual es definido por los siguientes parámetros:

Cuadro N° III.4: Parámetros del World Geodetic System 1984 (WGS-84)

| | | |
|--|----------------|--|
| Semi eje mayor | a | 6 378 137 m |
| Velocidad angular de la tierra | ω | $7\,292\,115 \times 10^{-11}$ rad/seg |
| Constante gravitacional terrestre | GM | $3\,986\,055 \times 10^8$ m ³ /seg ² |
| Coeficiente armónico zonal de 2° grado de geopotencial | J ₂ | $C_{2,0} = 484.16685 \times 10^{-6}$ |

Fuente: MTC 2018

Para carreteras de bajo volumen de tránsito se considera deseable contar con puntos de georeferenciación con coordenadas UTM, enlazados al Sistema Nacional del IGN, distanciados entre sí no más de 10 Km. y próximos al eje de la carretera a una distancia no mayor de 500 m. (MTC 2011)

3.2.3.6. Trabajo topográfico

Los trabajos de topografía y georreferenciación comprenden los siguientes aspectos:

3.2.3.6.1. Sección transversal

Las secciones transversales del terreno natural estarán referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m en tramos en tangente y de 10 m en tramos curvos. En caso de quiebres, en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre (MTC 2018).

3.2.3.6.2. Elementos de drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno. Se considerará lo siguiente:

Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.

Ubicación de los puntos de los elementos de ingreso y salida de la estructura.

Determinar y definir los puntos que sean necesarios para determinar la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

3.2.4. Metodología del estudio de suelos

La mecánica de suelos es la ciencia que se encarga del estudio de las características físicas y mecánicas del suelo, así como también se ocupa del estudio de esfuerzos que se producen en el suelo y los efectos a que dan lugar estos sobre el mismo.

El estudio de suelos consiste en una serie de ensayos de muestras tomadas del terreno de fundación y de las canteras que nos permite conocer las características físicas y mecánicas de estos suelos y materiales para poder clasificarlos adecuadamente y determinar la calidad de los mismos, con lo cual se podrá prever las soluciones del caso, tanto en el diseño del pavimento como en el procedimiento constructivo de la carretera.

3.2.4.1. Suelo de Fundación

Podremos definir como Suelo de Fundación a la capa del suelo bajo la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el futuro pavimento. Se trata del terreno natural o la última capa del relleno de la plataforma, sobre la que se asienta el pavimento.

La programación de estas investigaciones se hicieron teniendo en cuenta la ubicación del terreno existente, de tal forma, que permita obtener una mayor información del subsuelo mediante las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, con la finalidad de determinar principalmente las propiedades físicas mecánicas e hidráulicas de los suelos que las conforman, con los datos obtenidos en ambas fases se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos.

El Plan de trabajo a desarrollar en cada etapa será el siguiente:

Trabajo de Campo.
Trabajo de Laboratorio
Trabajo de Gabinete.

Trabajos de Campo

Con el objeto de determinar las características físico - mecánicas de los materiales que conforman el terreno sobre el que se apoyará la rasante (estructura del pavimento), se llevaron a cabo prospecciones de estudio (calicatas) con una profundidad mínima de 1.50 m y distanciadas en promedio 500.00 m una de la otra.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas) se tomaron muestras representativas, las que fueron descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación, número de muestra y profundidad, para luego ser colocadas en bolsas de polietileno y trasladadas al Laboratorio.

Así mismo se registraron los espesores de cada una de las capas, características de gradación, el estado de compactación de cada uno de los materiales.

Las calicatas se han realizado alternadamente de derecha, izquierda y eje por los ahuellamientos que deja el tráfico.

Ensayos de Laboratorio

Las muestras extraídas en la investigación de campo, fueron procesadas en el Laboratorio de Concreto, Mecánica de Suelos y Pavimentos - USAT. Se emplearon las normas A.S.T.M. D -2487 "Método para clasificación de suelos" y ASTM D-2448 "Práctica recomendada para la descripción de suelos", así como MTC vigentes y fueron sometidas a los siguientes ensayos.

Ensayos Estándar

- Análisis granulométrico por tamizado
(ASTM D-422; MTC E 107)
- Límites de Consistencia
 - Límite Líquido
(ASTM D-423-66; MTC E 110)
 - Límite Plástico
(ASTM D-424-59; MTC E 111)
 - Índice de Plasticidad
- Contenido de Humedad
(ASTM D-2216; MTC E 108)
- Clasificación SUCS
(ASTM D-2487)
- Clasificación AASHTO
(ASTM D-3282)

Ensayos Especiales

- Ensayo Proctor Modificado
(ASTM D-1557; MTC E115)
- Ensayo de C.B.R.
(ASTM D-1883, MTC E 132)

3.2.5. Metodología del estudio de canteras

El interés del estudio de las fuentes de materiales de donde se extraerán agregados para diferentes usos principales como mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, subbase y base granular, agregados para tratamientos bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezclas de concreto, es determinar si los agregados son o no aptos para el tipo de obra a emplear, en tal sentido se requiere determinar sus características mediante la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio.

Se debe conocer lo siguiente:

- Ubicación.
- Descripción.
- Muestreo.
- Ensayos de laboratorio.
- Rendimiento y cubicación

3.2.6. Metodología del estudio hidrológico.

El sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades: Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera y Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas, natural del terreno o artificial, de estructuras, construidas previamente, que serían dañadas o modificadas por la construcción de carretera que, sin un debido cuidado, resultarían causando daños en el medio ambiente, algunos posiblemente irreparables.

Desde estos puntos de vista y de una manera práctica, debe considerarse:

3.2.6.1. En la etapa del planeamiento

Debe aplicarse los siguientes criterios para la localización del eje de la carretera:

- Evitar en lo posible localizar la carretera en territorios, húmedos o pantanosos; zonas de huaicos mayores; zonas con torrentes de aguas intermitentes; zonas con corrientes de aguas subterráneas y las zonas inestables y/o con taludes pronunciadas.
- Evitar en lo posibles la cercanía a reservorios y cursos de agua existentes, naturales o artificiales, especialmente si son causa de posibles erosiones de la plataforma de la carretera.

3.2.6.2. En la etapa de diseño del sistema de drenaje

- Mantener al máximo en los taludes, la vegetación natural existente.
- No afectar o reconstruir, perfeccionándolo, el drenaje natural del territorio (cursos de agua).
- Canalizar el agua superficial proveniente de lluvias sobre la explanación de la carretera hacia cursos de agua existentes fuera de la carretera evitando que tenga velocidad erosiva.
- Bajar el nivel freático de aguas subterráneas a niveles que no afecten la carretera.
- Proteger la carretera contra la erosión de las aguas.

La aplicación de estos criterios lleva al diseño de soluciones de ingeniería que, por su naturaleza, se agrupan en la forma siguiente:

- Drenaje superficial.
- Drenaje subterráneo.

3.2.7. Metodología del diseño geométrico

El diseño de una carretera responde a una necesidad justificada social y económicamente. Ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener el camino que se proyecta, para que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio, normalmente en situación de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales.

3.2.7.1. Clasificación de la carretera.

Se ha tomado referencia a lo largo del presente ítem a lo establecido por el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018 de Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

3.2.7.1.1. Clasificación por demanda.

Autopistas de Primera Clase.

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Autopistas de Segunda Clase.

Son carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Primera Clase.

Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Segunda Clase.

Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Tercera Clase.

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

Trochas Carrozables.

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

3.2.7.1.2. Clasificación por Orografía.

Terreno Plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía menor o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

Terreno ondulado (tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

Terreno accidentado (tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes

movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

3.2.7.1.3. Clasificación para caminos de bajo volumen de tránsito.

Se aplica para el diseño de caminos con superficie de rodadura de material granular; según respondan a la Clasificación que se establece en el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 del MTC del Perú

Clasificación por su función

- Carreteras del Sistema Nacional, correspondiente a las Rutas Nacionales.
- Carreteras del Sistema Departamental (CD)
- Caminos Troncales Vecinales
- Caminos Rurales Alimentadores

Clasificación por el tipo de relieve y clima

Carreteras en terrenos: planos, ondulados, accidentados y muy accidentados; se ubican indistintamente en la Costa (poca lluvia), Sierra (lluvia moderada) y Selva (muy lluviosa).

Clasificación por el tipo de obra a ejecutarse.

Se aplica para el diseño de proyectos de caminos no pavimentados: de tierra, y afirmados. Para obras que configuran la siguiente clasificación de trabajos:

- Mantenimiento Rutinario
- Mantenimiento periódico.
- Rehabilitación.
- Mejoramiento.
- Nueva Construcción.

3.2.7.1.4. Derecho de vía o faja de dominio.

Naturaleza del Derecho de Vía

El Derecho de Vía es la franja de terreno de dominio público, definida a lo largo y a ambos lados del eje de la vía, por la autoridad competente. En el derecho de la vía se ubican las calzadas de circulación vehicular, las bermas, las estructuras complementarias de las vías, las zonas de seguridad para los usuarios de las vías, las áreas necesarias para las intersecciones viales, estacionamientos vehiculares en las vías públicas, las estructuras de drenaje y de estabilización de la plataforma del camino y de los taludes del camino, la señalización vial del tránsito, los paraderos de transporte público, las áreas que permiten tener distancias de visibilidad segura para la circulación de las personas y vehículos, etc.; y todo lo necesario, para que la vía incorpore áreas para el

tratamiento ambiental paisajista cuando sea necesario. Dentro del ámbito del Derecho de Vía, de dominio público, se prohíbe la colocación de publicidad comercial exterior, en preservación de la seguridad vial y del medio ambiente.

Dimensionamiento del ancho mínimo del derecho de Vía para Caminos de Bajo Volumen de Tránsito

El ancho mínimo debe considerar la Clasificación Funcional del Camino, en concordancia con las especificaciones establecidas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014 del MTC del Perú.

Tabla N° III.1: Dimensionamiento del ancho mínimo del derecho de Vía para Caminos de Bajo Volumen de

| DESCRIPCIÓN | Ancho mínimo |
|---------------------------------|--------------|
| Rutas Nacionales (RN) | 15 m |
| Carreteras Departamentales (CD) | 15 m |
| Caminos Troncales Vecinales | 15 m |
| Caminos Rurales Alimentadores | 15 m |

Fuente: DG-2018

La faja de dominio dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá como mínimo, para carreteras de bajo volumen de tránsito un (1.00) metro, más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyan.

La distancia mínima absoluta entre pie de taludes o de obras de contención y un elemento exterior será de 2.00 m. La mínima deseable será de 5.00 m

Faja de Propiedad Restringida.

A cada lado del Derecho de Vía habrá una faja de Propiedad Restringida. La restricción se refiere a la prohibición de ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o la visibilidad y que dificulten ensanches futuros del camino. La Norma DG-2001, fija esta zona restringida para Carreteras de 3ra. Clase en diez (10) metros a cada lado del Derecho de Vía. De modo similar para los caminos de bajo volumen de tránsito el ancho de la zona restringida será de 10 m.

Procedimientos de adquisiciones de propiedad para el Derecho de Vía Público por parte del estado.

El área del Derecho de Vía, pasa a propiedad pública, por donación del propietario, o por adquisición del Estado como parte de la gestión que realiza la autoridad competente en el caso de un proyecto vial. La Ley General de Expropiación N° 27117 concordada con la Ley 27628, que “Facilita la

Adquisición”, vigentes a la fecha de la elaboración de este manual, regulan la forma de adquirir la propiedad para constituir el Derecho de Vía público, necesario para que los caminos puedan ser construidos.

3.2.7.2. Parámetros básicos para el diseño de Caminos no Pavimentados

3.2.7.2.1. Estudio de la demanda

El Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA)

En los estudios del tránsito se puede tratar de dos situaciones: el caso de los estudios para caminos existentes, y el caso para caminos nuevos, es decir que no existen actualmente. En el primer caso, el tránsito existente podrá proyectarse mediante los sistemas convencionales que se indican a continuación. El segundo caso requiere de un estudio de desarrollo económico zonal o regional que lo justifique. El camino se diseña para un volumen de tránsito que se determina como demanda diaria promedio a servir, al final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC, para las diversas zonas del país.

3.2.7.2.2. Volumen y Clasificación de los vehículos.

Se definen tramos del proyecto en los que se estima una demanda homogénea en cada uno de ellos.

Se establece una Estación de Estudio o Conteo en un punto central del tramo, en un lugar que se considere seguro y con suficiente seguridad social.

Se toma nota en una cartilla del número y tipo de vehículos que circulan en una y en la otra dirección, señalándose la hora aproximada en que pasó el vehículo por la Estación.

Se utiliza en el campo una cartilla previamente elaborada, que facilite el conteo según la información que se recopila y las horas en que se realiza el conteo.

Tabla N° III.2: Clasificación de los vehículos

| Tipo de vehículo | Alto total | Ancho Total | Vuelo lateral | Ancho ejes | Largo total | Vuelo delantero | Separación ejes | Vuelo trasero | Radio mín. rueda exterior |
|-----------------------------------|------------|-------------|---------------|------------|-------------|-----------------|----------------------------------|---------------|---------------------------|
| Vehículo ligero (VL) | 1,30 | 2,10 | 0,15 | 1,80 | 5,80 | 0,90 | 3,40 | 1,50 | 7,30 |
| Ómnibus de dos ejes (B2) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 13,20 | 2,30 | 8,25 | 2,65 | 12,80 |
| Ómnibus de tres ejes (B3-1) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 14,00 | 2,40 | 7,55 | 4,05 | 13,70 |
| Ómnibus de cuatro ejes (B4-1) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 15,00 | 3,20 | 7,75 | 4,05 | 13,70 |
| Ómnibus articulado (BA-1) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 18,30 | 2,60 | 6,70 / 1,90 / 4,00 | 3,10 | 12,80 |
| Semirremolque simple (T2S1) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 20,50 | 1,20 | 6,00 / 12,50 | 0,80 | 13,70 |
| Remolque simple (C2R1) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 23,00 | 1,20 | 10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75 | 0,80 | 12,80 |
| Semirremolque doble (T3S2S2) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 23,00 | 1,20 | 5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80 | 1,40 | 13,70 |
| Semirremolque remolque (T3S2S1S2) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 23,00 | 1,20 | 5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70 | 1,40 | 13,70 |
| Semirremolque simple (T3S3) | 4,10 | 2,60 | 0,00 | 2,60 | 20,50 | 1,20 | 5,40 / 11,90 | 2,00 | 1 |

Fuente: DG-2018

Variaciones horarias de la Demanda.

De conformidad con los conteos se establece las variaciones horarias de la demanda por sentido de tránsito y también de la suma de ambos sentidos. También se establece la hora de máxima demanda. Puede realizarse conteos para las 24 horas corridas. Pero si se conoce la hora de mayor demanda, puede contarse por un período menor.

Variaciones diarias de la Demanda.

Si los conteos se realizan por varios días, se pueden establecer las variaciones relativas del tránsito diario (total del día o del período menor observado) para los días de la semana.

Variaciones Estacionales mensuales.

Si la información que se recopila es elaborada en forma de muestreo sistemático durante días claves a lo largo de los meses del año, se puede obtener índices de variación mensual, que permitan establecer que hay meses con mayor demanda que otros. Como sería el caso en zonas agrícolas, durante los meses de cosecha.

Con la información obtenida mediante los estudios descritos o previamente ya conocida por estudios anteriores, que pueden comprobarse con conteos mínimos, podrá establecerse, mediante la proyección de esa demanda para el período de diseño, la sección (ancho) transversal necesaria del camino a mejorar y los elementos del diseño de esta sección, como son: ancho de la calzada y de las bermas del camino.

Metodología para establecer el peso de los vehículos de carga que es importante para el diseño de los pavimentos, pontones y puentes.

Estos estudios se concentran sólo en los vehículos pesados que son los que le hacen daño al camino; y por tanto son importantes para definir el diseño de los pavimentos, de la superficie de rodadura y la resistencia de los pontones y puentes.

Peso vehicular y por eje de los vehículos Pesados.

Para el caso de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, en el Capítulo 5 se presenta la guía para el diseño de pavimentos, que contiene la metodología que permite establecer el efecto destructivo que tendrá el tránsito sobre el pavimento y cómo diseñar el pavimento para el período de diseño, dándose alternativas de diseño en función de los materiales a utilizarse.

3.2.7.2.3. Giro mínimo de vehículos tipo

El espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido del movimiento de las agujas del reloj, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior). Además de la trayectoria exterior, debe considerarse el espacio libre requerido por la

sección en volado que existe entre el primer eje y el parachoques, o elemento más sobresaliente.

La trayectoria exterior queda determinada por el radio de giro mínimo propio del vehículo y es una característica de fabricación.

La trayectoria interior depende de la trayectoria exterior, del ancho del vehículo, de la distancia entre el primer y último eje y de la circunstancia que estos ejes pertenecen a un camión del tipo unidad rígida o semirremolque articulado.

De esta forma camiones y ómnibus en general, requerirán dimensiones geométricas más generosas que en el caso de vehículos ligeros. Ello se debe a que, en su mayoría, los primeros son más anchos, tienen distancias entre ejes más largas y mayor radio mínimo de giro, que son las principales dimensiones de los vehículos que afectan el alineamiento horizontal y la sección transversal.

Tabla N° III.3: Vehículo ligero (VL) Radios máximos/ mínimo y ángulos

| Ángulo trayectoria | Rmáx exterior vehículo (E) | Rmín interior vehículo (I) | Rmín Interior Rueda (J) | Ángulo máximo dirección |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 30° | 7,76 m | 5,14 m | 5,28 m | 17,8° |
| 60° | 7,84 m | 4,73 m | 4,88 m | 24,2° |
| 90° | 7,87 m | 4,59 m | 4,74 m | 26,4° |
| 120° | 7,88 m | 4,54 m | 4,69 m | 27,3° |
| 150° | 7,88 m | 4,52 m | 4,67 m | 27,6° |
| 180° | 7,88 m | 4,51 m | 4,66 m | 27,7° |

Fuente: DG-2018

Tabla N° III.4: Ómnibus de dos ejes (B2) Radios máximos/ mínimos y ángulos

| Ángulo trayectoria | R máx Exterior vehículo (E) | R mín Interior Rueda (J) | Ángulo Máximo dirección |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 30° | 13,76 m | 10,17 m | 20,2° |
| 60° | 14,09 m | 8,68 m | 30,0° |
| 90° | 14,24 m | 7,96 m | 34,9° |
| 120° | 14,31 m | 7,59 m | 37,4° |
| 150° | 14,35 m | 7,40 m | 38,7° |
| 180° | 14,37 m | 7,30 m | 39,3° |

Fuente: DG-2018

Tabla N° III.5: Ómnibus de tres ejes (B3-1) Radios máximos/ mínimos y ángulos.

| Ángulo trayectoria | R máx. Exterior Vehículo (E) | R mín. interior Rueda (J) | Ángulo máximo dirección |
|--------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 30° | 14,66 m | 10,80 m | 19,1° |
| 60° | 14,95 m | 9,67 m | 27,2° |
| 90° | 15,07 m | 9,20 m | 30,7° |
| 120° | 15,12 m | 9,00 m | 32,2° |
| 150° | 15,14 m | 8,91 m | 32,9° |
| 180° | 15,15 m | 8,87 m | 33,2° |

Fuente: DG-2018

Tabla N° III.6: Ómnibus de cuatro ejes (B4-1) Radios máximos/ mínimos y ángulos.

| Ángulo trayectoria | R máx. Exterior vehículo (E) | R mín. Interior rueda (J) | Ángulo máximo dirección |
|--------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 30° | 15,06 m | 10,83 m | 19,3° |
| 60° | 15,45 m | 9,63 m | 27,7° |
| 90° | 15,61 m | 9,12 m | 31,4° |
| 120° | 15,68 m | 8,89 m | 33,0° |
| 150° | 15,70 m | 8,79 m | 33,8° |
| 180° | 15,72 m | 8,74 m | 34,1° |

Fuente: DG-2018

Tabla N° III.7: Ómnibus articulado (BA-1) Radios máximos/ mínimos y ángulos.

| Ángulo trayectoria | R máx. exterior vehículo (E) | R mín. interior vehículo (I) | Ángulo Máximo dirección | Ángulo Máximo articulación |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 30° | 13,66 m | 9,06 m | 19,0° | 11,6° |
| 60° | 14,08 m | 8,41 m | 26,4° | 21,3° |
| 90° | 14,25 m | 8,05 m | 29,4° | 27,5° |
| 120° | 14,30 m | 7,86 m | 30,6 | 30,9° |
| 150° | 14,32 m | 7,76 m | 31,2° | 32,7° |
| 180° | 14,33 m | 7,72 m | 31,4° | 33,6° |

Fuente: DG-2018

Tabla N° III.8: Semirremolque simple (T2S1). Radios máximos/ mínimos y ángulos.

| Ángulo trayectoria | R máx. Exterior Vehículo (E) | R mín. interior Vehículo (I) | Ángulo máximo dirección | Ángulo máximo articulación |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 30° | 14,08 m | 8,73 m | 17,6° | 15,1° |
| 60° | 14,20 m | 6,89 m | 23,2° | 29,23° |
| 90° | 14,24 m | 5,41 m | 25,0° | 41,1° |
| 120° | 14,26 m | 4,19 m | 25,7° | 50,8° |
| 150° | 14,26 m | 3,14 m | 25,9° | 58,5° |
| 180° | 14,27 m | 2,22 m | 25,9° | 65,4° |

Fuente: DG-2018

3.2.7.2.4. La Velocidad de Diseño y su relación con el costo del camino

La velocidad de diseño es muy importante para establecer las características del trazado en planta, elevación y sección transversal del camino.

Definida la velocidad del diseño para la circulación del tránsito automotor, se procederá al diseño del eje del camino, siguiendo el trazado en planta compuesto por tramos rectos (en tangente) y por tramos de curvas circulares y espirales; y similarmente del trazado vertical, con tramos en pendiente rectas y con pendientes curvilíneas, normalmente parabólicas.

La velocidad de diseño está igualmente relacionada con el ancho de los carriles de circulación y, por ende, con la sección transversal por adoptarse. La velocidad de diseño es la que

establecerá las exigencias de distancias de visibilidad en la circulación y consecuentemente de la seguridad de los usuarios del camino a lo largo del trazado.

Definición de la Velocidad de Diseño

La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico-económico de alternativas de trazado, que deberán tener en cuenta la orografía del territorio. En territorios planos el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción; pero en territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Lo que solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos.

En el particular caso de este Manual destinado al diseño de Caminos de Bajo Volumen del Tránsito, es natural en consecuencia, que el diseño se adapte en lo posible a las inflexiones del territorio y particularmente la velocidad de diseño deberá ser bastante baja cuando se trate de sectores o tramos de orografía más accidentada.

Cuadro N° III.5: Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

| CLASIFICACION | OROGRAFIA | VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h) | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
| Autopista de primera clase | Plano | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | |
| Autopista de segunda clase | Plano | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | |
| Carretera de primera clase | Plano | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | |
| Carretera de segunda clase | Plano | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | |
| Carretera de tercera clase | Plano | | | | | | | | | | | |
| | Ondulado | | | | | | | | | | | |
| | Accidentado | | | | | | | | | | | |
| | Escarpado | | | | | | | | | | | |

Fuente: DG-2018

Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación corresponderá a la norma que se dicte para señalar el camino y limitar la velocidad máxima a la que debe circular el usuario, que deberá indicarse mediante la señalización correspondiente.

La sección transversal de Diseño

Este acápite se refiere a la selección de las dimensiones que debe tener la sección transversal del camino, en las secciones rectas (tangente), en los diversos tramos a lo largo del camino proyectado.

Para dimensionar la sección transversal, se tendrá en cuenta que los caminos de Bajo Volumen de Tránsito, solo requerirán:

a) Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido; y b) Para los caminos de menor volumen, un solo carril de circulación, con plazoletas de cruce y/o de volteo cada cierta distancia, según se estipula más adelante.

El ancho del camino, en la parte superior de la plataforma o corona, podrá contener además de la calzada, un espacio lateral a cada lado para bermas y para la ubicación de

guardavías, muros o muretes de seguridad, señales y cunetas de drenaje.

La sección transversal resultante, será más amplia en territorios planos en concordancia con la mayor velocidad del diseño. En territorios ondulados y accidentados, tendrá que restringirse lo máximo posible para evitar los altos costos de construcción, particularmente más altos en los trazados a lo largo de cañones flanqueados por farallones de roca o de taludes inestables.

Tipos de Superficie de Rodadura

En este Manual de Diseño para Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, se ha considerado que básicamente se utilizarán los siguientes materiales y tipos de pavimentos:

Caminos de tierra y caminos de grava.

Caminos afirmados con material granular y/o estabilizados.

La metodología de diseño de las superficies de rodaduras o calzadas de circulación está desarrollada en el Capítulo 5 de Pavimentos de este Manual.

Es importante indicar, que los criterios más importantes para seleccionar la superficie de rodadura para un camino afirmado, establecen que, a mayor tránsito pesado, medido en Ejes Equivalentes destructivos, se justificará utilizar afirmados de mayor rendimiento; y que el alto costo de la construcción, debe impulsar el uso de materiales locales para abaratar la obra, lo que en muchos casos podrá justificar el uso de afirmados estabilizados. También es importante establecer que la presión de las llantas de los vehículos, deben mantenerse bajo las 80 (psi) libras por pulg² de presión para evitar daños graves a la estructura de los afirmados.

Distancia de Visibilidad

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior, en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a un camino de mayor importancia.

Visibilidad de Parada

Distancia de visibilidad de parada, es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la Visibilidad de Parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante del camino.

Cuadro N° III.6: Distancia de Visibilidad de Parada.

| VELOCIDAD DIRECTRIZ | Pendiente Nula o en bajada | | | | Pendiente en Subida | | |
|------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|------------------------|-----|-----|
| | 0% | 3% | 6% | 9% | 3% | 6% | 9% |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 19 | 18 | 18 |
| 30 | 35 | 35 | 35 | 35 | 31 | 30 | 29 |
| 40 | 50 | 50 | 50 | 53 | 45 | 44 | 43 |
| 50 | 65 | 66 | 70 | 74 | 61 | 59 | 58 |
| 60 | 85 | 87 | 92 | 97 | 80 | 77 | 75 |
| 70 | 105 | 110 | 116 | 124 | 100 | 97 | 93 |
| 80 | 130 | 136 | 144 | 154 | 123 | 118 | 114 |

Fuente: DG-2018

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6% y para velocidades directrices mayores de 70 km/hora.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En el Cuadro N° 3.1.1 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En caminos de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondencia a la visibilidad de parada.

Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

Visibilidad de Adelantamiento.

Distancia de visibilidad de Adelantamiento (paso), es la mínima distancia que debe ser visible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.10 m. La visibilidad de adelantamiento debe asegurarse para la mayor longitud posible, del camino cuando no existen

impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan, por lo tanto, en el costo de construcción.

Cuadro N° III.7: Distancia de Velocidad de Adelantamiento.

| VELOCIDAD DIRECTRIZ | Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (m) |
|----------------------------|---|
| 30 | 200 |
| 40 | 270 |
| 50 | 345 |
| 60 | 410 |
| 70 | 485 |
| 80 | 540 |

Fuente: DG-2018

Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección, el trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez controla la distancia de visibilidad.

Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable.

En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse, el empleo de curvas con radio mínimo. En general se deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente. Se restringirá en lo posible el empleo de tangentes excesivamente largas, con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado, y la fatiga de los conductores durante el día.

Al término de tangentes largas, donde es muy probable que las velocidades de aproximación de los vehículos sean mayores

que la velocidad directriz, las curvas horizontales tendrán radios de curvatura razonablemente amplios.

Deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo.

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

Cuadro N° III.8: Ángulos de deflexión Máxima para los que no se requiere curva Horizontal.

| Velocidad Directriz Km/h | Deflexión Máxima aceptable sin curva circular |
|-------------------------------------|--|
| 30 | 2° 30' |
| 40 | 2° 15' |
| 50 | 1° 50' |
| 60 | 1° 30' |
| 70 | 1° 20' |
| 80 | 1° 10' |

Fuente: DG-2018

Curvas Horizontales

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción, para una velocidad directriz determinada. En el cuadro 3.2.6.1b se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Curvas de Transición

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente. Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente, a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el

cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.

Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en el Cuadro, se usarán curvas de transición. Cuando se usen curvas de transición se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

Cuadro N° III.9: Necesidad de Curvas de Transición.

| Velocidad | Radio m |
|-----------|---------|
| 20 | 24 |
| 30 | 55 |
| 40 | 95 |
| 50 | 150 |
| 60 | 210 |
| 70 | 290 |
| 80 | 380 |

Fuente: DG-2018

Cuando se use curva de transición la longitud de la curva de transición no será menor que L_{\min} ni mayor que L_{\max} , según las siguientes expresiones:

$$L_{\min}=0.0178 (V^3/R)$$

$$L_{\max}=5 R^{0.5}$$

- R = Radio de la curvatura horizontal
- L_{\min} = Longitud mínima de la curva de transición
- L_{\max} = Longitud máxima de la curva de transición en metros
- V = Velocidad directriz en Km/h.

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en el Cuadro.

Cuadro N° III.10: Longitud deseable de la curva de transición.

| Radio de curva circular | Longitud deseable de la curva transición (m) |
|--------------------------------|---|
| 20 | 11 |
| 30 | 17 |
| 40 | 22 |
| 50 | 28 |
| 60 | 33 |
| 70 | 39 |
| 80 | 44 |

Fuente: DG-2018

Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales

La distancia de Visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal.

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales) en el lado interno de una curva horizontal, se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad deberá ser por lo menos igual a la distancia de parada correspondiente, y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad será el calculado por la expresión siguiente:

$$M = R \left(1 - \cos \frac{28.65S}{R} \right)$$

M = Ordenada media o ancho mínimo libre

R = Radio de la curva horizontal

S = Distancia de visibilidad

Curvas Compuestas

En general, se evitará el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva. En casos excepcionales podrán usarse curvas compuestas o curvas policéntricas de tres centros. En tal caso el radio de una no será mayor que 1.5 veces el radio de la otra.

El Peralte del Camino

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo del camino en curva con relación a la parte interior del mismo, con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

El mínimo radio (R_{\min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{\max}) y el factor máximo de fricción (f_{\max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{\min} = (V^2) / (127 (0.01 e_{\max} + f_{\max}))$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en el Cuadro.

Cuadro N° III.11: Fricción Transversal Máxima en Curvas.

| Fricción Transversal Máxima en Curvas | |
|--|----------|
| Velocidad Directriz Km/h | f |
| 20 | 0.18 |
| 30 | 0.17 |
| 40 | 0.17 |
| 50 | 0.16 |
| 60 | 0.15 |
| 70 | 0.14 |
| 80 | 0.14 |

Fuente: DG-2018

Tabla N° III.9: Fricción Transversal Máxima en Curvas.

| Velocidad Directriz | Peralte Máximo e | Valor Límite de fricción | Calculado radio Mínimo | Redondeo de Radio Mínimo |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 20 | 4 | 0.18 | 14.3 | 15 |
| 30 | 4 | 0.17 | 33.7 | 35 |
| 40 | 4 | 0.17 | 60 | 60 |
| 50 | 4 | 0.16 | 98.4 | 100 |
| 60 | 4 | 0.15 | 149.1 | 150 |
| 70 | 4 | 0.14 | 214.2 | 215 |
| 80 | 4 | 0.14 | 279.8 | 280 |
| 20 | 6 | 0.18 | 13.1 | 15 |
| 30 | 6 | 0.17 | 30.8 | 30 |
| 40 | 6 | 0.17 | 54.7 | 55 |
| 50 | 6 | 0.16 | 89.4 | 90 |
| 60 | 6 | 0.15 | 134.9 | 135 |
| 70 | 6 | 0.14 | 192.8 | 195 |
| 80 | 6 | 0.14 | 251.8 | 250 |
| 20 | 8 | 0.18 | 12.1 | 10 |
| 30 | 8 | 0.17 | 28.3 | 30 |
| 40 | 8 | 0.17 | 50.4 | 50 |
| 50 | 8 | 0.16 | 82 | 80 |
| 60 | 8 | 0.15 | 123.2 | 125 |
| 70 | 8 | 0.14 | 175.3 | 175 |
| 80 | 8 | 0.14 | 228.9 | 230 |

Fuente: DG-2018

En caminos cuyo IMDA de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2.5%.

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vía denominada transición. La longitud de transición del bombeo en aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso. Se denomina Longitud de Transición de Peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte.

Tabla N° III.10: Longitudes Mínimas de Transición de Bombeo y Transición de Peralte.

| Velocidad Directriz (Km/h) | VALOR DEL PERALTE | | | | | | Transición de Bombeo |
|----------------------------|---------------------------------------|----|----|----|-----|-----|----------------------|
| | 2% | 4% | 6% | 8% | 10% | 12% | |
| | LONGITUD DE TRANSICION DE PERALTE (m) | | | | | | |
| 20 | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 9 |
| 30 | 10 | 19 | 29 | 38 | 48 | 57 | 10 |
| 40 | 10 | 21 | 31 | 41 | 51 | 62 | 10 |
| 50 | 11 | 22 | 32 | 43 | 54 | 65 | 11 |
| 60 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 12 |
| 70 | 13 | 26 | 39 | 52 | 66 | 79 | 13 |
| 80 | 14 | 29 | 43 | 58 | 72 | 86 | 14 |

Fuente: DG-2018.

**Tabla N° III.11: Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte.
(Peralte máximo = 4%)**

| | V= 20 km/h | | V= 30 km/h | | V= 40 km/h | | V= 50 km/h | | V= 60 km/h | | V= 70 km/h | | V= 80 km/h | |
|---------------------|------------|-------|---|-------|--------------------------------|-------|-------------------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| R (m) | e (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) |
| 7000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 5000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 3000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 2500 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 2000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 14 |
| 1500 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 13 | BH | 14 |
| 1400 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 0 | BH | 13 | 2.1 | 15 |
| 1300 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 0 | BH | 13 | 2.2 | 16 |
| 1200 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 12 | BH | 13 | 2.3 | 17 |
| 1000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 0 | BH | 12 | 2.2 | 14 | 2.5 | 18 |
| 900 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 11 | BH | 12 | 2.4 | 15 | 2.7 | 19 |
| 800 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 11 | 2.1 | 13 | 2.5 | 16 | 2.8 | 20 |
| 700 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 0 | BH | 11 | 2.3 | 14 | 2.7 | 18 | 3 | 22 |
| 600 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 10 | 2.1 | 12 | 2.5 | 15 | 2.9 | 19 | 3.2 | 23 |
| 500 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 10 | 2.3 | 13 | 2.7 | 16 | 3.1 | 20 | 3.5 | 25 |
| 400 | BN | 0 | BN | 0 | 2.1 | 11 | 2.5 | 14 | 3 | 18 | 3.4 | 22 | 3.7 | 27 |
| 300 | BN | 0 | BH | bh | 2.4 | 12 | 2.8 | 16 | 3.3 | 20 | 3.8 | 25 | 4 | 29 |
| 250 | BN | 0 | BH | 10 | 2.6 | 13 | 3 | 17 | 3.6 | 22 | 3.9 | 26 | Rmin = 280 | |
| 200 | BN | 0 | 2.3 | 11 | 2.8 | 14 | 3.3 | 18 | 3.8 | 23 | Rmin = 215 | | | |
| 175 | BH | 0 | 2.4 | 12 | 2.9 | 15 | 3.5 | 19 | 3.9 | 23 | | | | |
| 150 | BH | 9 | 2.5 | 12 | 3.1 | 15 | 3.7 | 20 | 4 | 24 | | | | |
| 140 | BH | 9 | 2.5 | 12 | 3.2 | 16 | 3.8 | 21 | Rmin = 150 | | | | | |
| 130 | BH | 9 | 2.6 | 12 | 3.3 | 17 | 3.8 | 21 | | | | | | |
| 120 | BH | 9 | 2.7 | 13 | 3.4 | 17 | 3.9 | 22 | | | | | | |
| 110 | BH | 9 | 2.8 | 13 | 3.5 | 18 | 4 | 22 | | | | | | |
| 100 | 2.1 | 9 | 2.9 | 14 | 3.6 | 19 | 4 | 22 | | | | | | |
| 90 | 2.2 | 10 | 3 | 14 | 3.7 | 19 | Rmin = 100 | | | | | | | |
| 80 | 2.4 | 11 | 3.2 | 15 | 3.8 | 20 | | | | | | | | |
| 70 | 2.5 | 11 | 3.3 | 16 | 3.9 | 20 | | | | | | | | |
| 60 | 2.6 | 12 | 3.5 | 17 | 4 | 21 | e = Peralte % R = Radio | | | | | | | |
| 50 | 2.8 | 13 | 3.7 | 18 | Rmin = 60 v = Velocidad | | | | | | | | | |
| 40 | 3 | 14 | 3.9 | 19 | BN = Sección con Bombeo Normal | | | | | | | | | |
| 30 | 3.3 | 15 | Rmin = 35 BH = Sección con Bombeo Adverso Horizontalizado L = Longitud de Transición de Peralte | | | | | | | | | | | |
| 20 | 3.8 | 17 | | | | | | | | | | | | |
| Rmin = 15 e max= 4% | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: DG-2018.

**Tabla N° III.12: Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte
(Peralte máximo = 6%)**

| | V= 20 km /h | | V= 30 km /h | | V= 40 km /h | | V= 50 km /h | | V= 60 km /h | | V= 70 km/h | | V= 80 km/h | |
|-------|---------------------|-------|---|----|---|-------|-------------------------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| R (m) | (%) | L (m) | (%) | L | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) |
| 7000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 5000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 3000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 2500 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 2000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 14 |
| 1500 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 13 | 2.2 | 15 |
| 1400 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 12 | BH | 13 | 2.4 | 17 |
| 1300 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | RC | 12 | 2.1 | 14 | 2.5 | 18 |
| 1200 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | RC | 12 | 2.2 | 14 | 2.7 | 19 |
| 1000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 11 | 2.1 | 13 | 2.6 | 17 | 3.1 | 22 |
| 900 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | RC | 11 | 2.3 | 14 | 2.8 | 18 | 3.4 | 24 |
| 800 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | RC | 11 | 2.5 | 15 | 3.1 | 20 | 3.6 | 28 |
| 700 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 10 | 2.1 | 12 | 2.8 | 17 | 3.4 | 22 | 4 | 29 |
| 600 | BN | 0 | BN | 0 | RC | 10 | 2.4 | 13 | 3.1 | 19 | 3.8 | 25 | 4.3 | 31 |
| 500 | BN | 0 | BN | 0 | 2.1 | 11 | 2.8 | 16 | 3.6 | 21 | 4.2 | 27 | 4.8 | 35 |
| 400 | BN | 0 | BH | 10 | 2.5 | 13 | 3.3 | 18 | 4 | 24 | 4.7 | 31 | 5.3 | 38 |
| 300 | BN | 0 | BH | 10 | 3.1 | 15 | 3.9 | 22 | 4.6 | 28 | 5.4 | 35 | 5.9 | 42 |
| 250 | BN | 0 | 2.3 | 11 | 3.5 | 16 | 4.2 | 23 | 5 | 30 | 5.8 | 38 | 6 | 43 |
| 200 | BN | 0 | 2.8 | 13 | 3.9 | 18 | 4.7 | 26 | 5.5 | 33 | 6 | 39 | Rmin = 250 | |
| 175 | BH | 9 | 3 | 14 | 4.1 | 20 | 5 | 28 | 5.8 | 35 | Rmin = 195 | | | |
| 150 | BH | 9 | 3.3 | 16 | 4.4 | 21 | 5.3 | 29 | 6 | 36 | | | | |
| 140 | BH | 9 | 3.5 | 17 | 4.5 | 23 | 5.4 | 30 | 6 | 36 | | | | |
| 130 | 2.1 | 9 | 3.6 | 17 | 4.6 | 24 | 5.5 | 31 | Rmin = 135 | | | | | |
| 120 | 2.2 | 10 | 3.8 | 18 | 4.8 | 25 | 5.7 | 32 | | | | | | |
| 110 | 2.4 | 11 | 3.9 | 19 | 5 | 26 | 5.8 | 32 | | | | | | |
| 100 | 2.6 | 11 | 4.1 | 20 | 5.2 | 27 | 6 | 33 | | | | | | |
| 90 | 2.7 | 12 | 4.2 | 20 | 5.4 | 28 | 6 | 33 | | | | | | |
| 80 | 3 | 14 | 4.5 | 22 | 5.5 | 29 | Rmin = 90 | | | | | | | |
| 70 | 3.2 | 14 | 4.7 | 23 | 5.8 | 30 | e = Peralte % R = Radio | | | | | | | |
| 60 | 3.5 | 15 | 5 | 24 | 6 | 31 | | | | | | | | |
| 50 | 3.8 | 17 | 5.4 | 26 | Rmin = 55 v = Velocidad | | | | | | | | | |
| 40 | 4.2 | 19 | 5.8 | 28 | BN = Sección con Bombeo Normal | | | | | | | | | |
| 30 | 4.7 | 21 | 6 | 29 | BH = Sección con Bombeo Adverso Horizontalizado | | | | | | | | | |
| 20 | 5.5 | 25 | Rmin = 30 L = Longitud de Transición de Peralte | | | | | | | | | | | |
| | Rmin = 15 e max= 6% | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: DG-2018.

**Tabla N° III.13: Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte
(Peralte máximo = 8%)**

| | V= 20 km /h | | V= 30 km/h | | V= 40 km/h | | V= 50 km/h | | V= 60 km/h | | V= 70 km/h | | V= 80 km/h | |
|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|-------------------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| R (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) | (%) | L (m) |
| 7000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 5000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 3000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 2500 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 |
| 2000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 14 |
| 1500 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 13 | 2.4 | 17 |
| 1400 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 12 | 2.1 | 14 | 2.5 | 18 |
| 1300 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 12 | 2.2 | 14 | 2.7 | 19 |
| 1200 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 12 | 2.4 | 16 | 2.9 | 21 |
| 1000 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 11 | 2.2 | 13 | 2.8 | 18 | 3.4 | 24 |
| 900 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 11 | 2.4 | 14 | 3.1 | 20 | 3.7 | 27 |
| 800 | BN | 0 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 11 | 2.7 | 16 | 3.4 | 22 | 4.1 | 30 |
| 700 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 10 | 2.2 | 12 | 3 | 18 | 3.8 | 25 | 4.5 | 32 |
| 600 | BN | 0 | BN | 0 | BH | 10 | 2.8 | 14 | 3.4 | 20 | 4.3 | 28 | 5.1 | 37 |
| 500 | BN | 0 | BN | 0 | 2.2 | 11 | 3 | 17 | 3.9 | 23 | 4.9 | 32 | 5.8 | 42 |
| 400 | BN | 0 | BH | 10 | 2.7 | 14 | 3.8 | 20 | 4.7 | 28 | 5.7 | 37 | 6.6 | 48 |
| 300 | BN | 0 | 2.1 | 10 | 3.4 | 17 | 4.5 | 25 | 5.6 | 34 | 6.7 | 44 | 7.6 | 55 |
| 250 | BN | 0 | 2.5 | 12 | 4 | 21 | 5.1 | 28 | 6.2 | 37 | 7.4 | 48 | 7.9 | 57 |
| 200 | BN | 0 | 3 | 14 | 4.6 | 24 | 5.8 | 32 | 7 | 42 | 7.9 | 52 | Rmin = 230 | |
| 175 | BH | 9 | 3.4 | 16 | 5 | 25 | 6.2 | 34 | 7.4 | 44 | 8 | 52 | | |
| 150 | BH | 9 | 3.8 | 18 | 5.4 | 26 | 6.7 | 37 | 7.8 | 47 | Rmin = 175 | | | |
| 140 | BH | 9 | 4 | 19 | 5.5 | 29 | 6.9 | 38 | 7.9 | 47 | | | | |
| 130 | 2.2 | 10 | 4.2 | 20 | 5.8 | 30 | 7.1 | 39 | 8 | 48 | | | | |
| 120 | 2.3 | 10 | 4.4 | 21 | 6 | 31 | 7.4 | 41 | Rmin = 125 | | | | | |
| 110 | 2.5 | 11 | 4.7 | 23 | 6.3 | 32 | 7.6 | 42 | | | | | | |
| 100 | 2.7 | 12 | 5 | 24 | 6.6 | 34 | 7.8 | 43 | | | | | | |
| 90 | 3 | 14 | 5.2 | 25 | 6.9 | 35 | 7.9 | 44 | | | | | | |
| 80 | 3.3 | 15 | 5.5 | 26 | 7.2 | 37 | 8 | 44 | | | | | | |
| 70 | 3.6 | 16 | 5.9 | 28 | 7.6 | 39 | Rmin = 80 | | | | | | | |
| 60 | 4.1 | 18 | 6.4 | 31 | 7.8 | 40 | e = Peralte % R = Radio | | | | | | | |
| 50 | 4.6 | 21 | 6.9 | 33 | 8 | 41 | Rmin = 45 v = Velocidad | | | | | | | |
| 40 | 5.2 | 23 | 7.5 | 36 | | | | | | | | | | |

Fuente: DG-2018.

Sobre ancho de la calzada en curvas circulares

La calzada se ensancha en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos, así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril.

Tabla N° III.14: Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) (Calzada de dos carriles de circulación)

| Velocidad Directriz | Radio de Curva (m) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 750 | 1000 |
| 20 | * | 6.52 | 4.73 | 3.13 | 2.37 | 1.92 | 1.62 | 1.24 | 1.01 | 0.83 | 0.7 | 0.55 | 0.39 | 0.3 | 0.25 | 0.18 | 0.14 |
| 30 | | | 4.95 | 3.31 | 2.53 | 2.06 | 1.74 | 1.35 | 1.11 | 0.92 | 0.79 | 0.62 | 0.44 | 0.35 | 0.3 | 0.22 | 0.18 |
| 40 | | | | | 2.68 | 2.2 | 1.87 | 1.46 | 1.21 | 1.01 | 0.87 | 0.69 | 0.5 | 0.4 | 0.34 | 0.25 | 0.21 |
| 50 | | | | | | | | 1.57 | 1.31 | 1.1 | 0.95 | 0.76 | 0.56 | 0.45 | 0.39 | 0.29 | 0.24 |
| 60 | | | | | | | | | 1.41 | 1.19 | 1.03 | 0.83 | 0.62 | 0.5 | 0.43 | 0.33 | 0.27 |
| 70 | | | | | | | | | 1.51 | 1.27 | 1.11 | 0.9 | 0.67 | 0.55 | 0.48 | 0.36 | 0.3 |
| 80 | | | | | | | | | | | 1.19 | 0.97 | 0.73 | 0.6 | 0.52 | 0.4 | 0.33 |

Fuente: DG-2018.

Para velocidades de diseño menores a 50 km/h no se requerirá sobreancho cuando el radio de curvatura sea, mayor a 500 m, tampoco se requerirá sobreancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 70 km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m.

Alineamiento Vertical

Consideraciones para el Alineamiento vertical

En el diseño vertical el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos

de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el Perfil Longitudinal se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

- En carreteras de calzada única el eje que define el perfil, coincidirá con el eje central de la calzada.
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno, a fin de favorecer el drenaje.
- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario, del recorrido de la carretera.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. el modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.
- Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. en casos de curvas convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

Curvas Verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica

de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$L = K \times A$$

Los valores de los índices K se muestran en la tabla N° III.16.

Tabla N° III.16: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.

| Velocidad Directriz | Distancia de Visibilidad | Índice de Curvatura | Distancia de Visibilidad | Índice de Curvatura |
|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| 20 | 20 | 0.6 | 0 | 0 |
| 30 | 35 | 1.9 | 200 | 46 |
| 40 | 50 | 3.8 | 270 | 84 |
| 50 | 65 | 6.4 | 345 | 138 |
| 60 | 85 | 11 | 410 | 195 |
| 70 | 105 | 17 | 485 | 272 |
| 80 | 130 | 26 | 540 | 338 |

Fuente: DG-2018.

Tabla N° III.15: Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.

| VELOCIDAD DIRECTRIZ Km/h | DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO M. | ÍNDICE DE CURVATURA |
|-----------------------------|--|---------------------|
| 20 | 20 | 2.1 |
| 30 | 35 | 5.1 |
| 40 | 50 | 8.5 |
| 50 | 65 | 12.0 |
| 60 | 85 | 17.0 |
| 70 | 105 | 22.0 |
| 80 | 130 | 29.0 |

El Índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia

Fuente: DG-2018.

Pendiente

En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en el Cuadro.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos del Cuadro para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados, en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

Tabla N° III.17: Pendientes máximas

| OROGRAFÍA TIPO | Terreno Plano | Terreno Ondulado | Terreno Montañoso | Terreno Escarpado |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| VELOCIDAD DE DISEÑO | | | | |
| 20 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 30 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 40 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 50 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 60 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 70 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 80 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Fuente: DG-2018.

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m, con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

En general cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en el Cuadro son aplicables.

En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente. (DG 2018)

Sección Transversal

Calzada

El diseño de caminos de muy bajo volumen de tráfico IMDa menor a 50 la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril en los demás casos la calzada se dimensionará para dos carriles.

En el cuadro se indica los valores para el ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Tabla N° III.18: Ancho mínimo de la calzada en tangente (en metros).

| Tráfico IMDA | < 15 | 15 a 50 | | 50 a 100 | | 100 a 200 | | 200 a 400 | |
|-------------------|---------|---------|--------|----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| Velocidad km/h | * | * | * * | * | * * | * | * * | * | * * |
| 2 | 3.5 | 3.5 | 5.0 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 3 | 3.5 | 4.0 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 4 | 3.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.6 |
| 5 | 3.5 | 5.5 | 6.0 | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.6 | 6.6 |
| 6 | | 5.5 | 6.0 | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.6 | 6.6 |
| 7 | | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.6 | 7.0 |
| 8 | | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.6 | 7.0 | 7.0 |

Fuente: DG-2018.

En los tramos en recta la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes, para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En los caminos de bajo volumen de tránsito con IMDa inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

Bermas

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales

y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7% la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará indeseablemente inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

Ancho de Plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado, y la cuneta de drenaje.

Plazoletas

En caminos de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo, para que puedan cruzarse los vehículos opuestos, o adelantarse los del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo del camino, con la facilidad de ensanchar la plataforma.

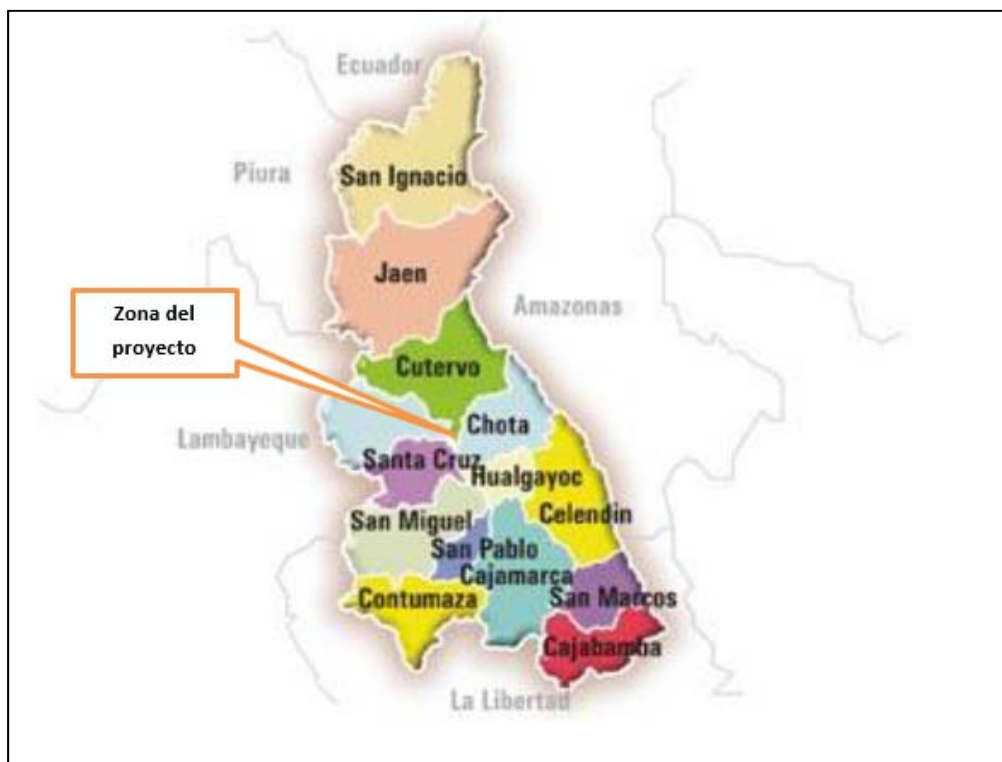
IV. RESULTADOS.

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.

4.1.1. Ubicación

El Proyecto se ubica en el distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, y geográficamente se encuentra ubicado en la parte central de la provincia, en la región andina norte del Perú. Su capital se encuentra en el cerro del Ilucan a 2,388 msnm y a 170 Km al norte de Cajamarca.

Figura N° IV.1: Ubicación del Proyecto.



Fuente: Gerencia Sub Regional Cutervo

El área del proyecto se encuentra ubicada entre las ciudades de Chochabamba y Lajas, punto a partir del cual, mediante la proyección de un puente de 25 metros, se da inicio a ruta de la carretera que vinculará los caseríos de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas De Tinyayoc y Rambrán, siendo este último el punto final que delimita el proyecto.

En el Cuadro N° IV.1, se observa las coordenadas en UTM (DATUM WGS 84) de la ubicación de los vértices del área del proyecto.

Cuadro N° IV.1: Coordenadas de ubicación de los puntos que enmarcan el proyecto.

| Puntos del pabellón | Coordenadas UTM | |
|---------------------|------------------|------------|
| | (Sistema WGS 84) | |
| | Norte | Este |
| 1 | 9276342,35 | 761793,78 |
| 2 | 9276370,24 | 761798,67 |
| 3 | 9276345,18 | 761831,61 |
| 4 | 9276347,92 | 7611817,00 |

Fuente: Unidad Peaje PVN – OGPP – 2000 - 2010.

4.1.2. Topografía.

La zona del proyecto presenta una topografía muy accidentada con pendientes muy fuertes, mayormente constituidas por bosques con vegetación tipo arbustiva, típica de las zonas de secano, donde los terrenos de cultivo se encuentran en zonas difícil acceso, los cuales son muy profundos.

4.1.3. Clima.

La precipitación total anual promedio de varios años se encuentra entre los rangos de 1000 a 2000 mm, la biotemperatura media anual entre 13 y 17°C y la relación de evapotranspiración potencial entre 0.50 y 1.00, lo que determina una fisonomía húmeda. De acuerdo al balance hídrico realizado por la estación de Cutervo, la condición de humedad en el suelo presenta un periodo seco que se inicia en los primeros días de julio y concluye en los primeros días de octubre, época en la cual la humedad almacenada en el suelo está por debajo del punto de tensión (51mm), siendo húmedo el resto del año.

4.1.4. Vías de acceso.

Para arribar a Cutervo desde Lima, se puede utilizar cualquiera de las dos vías que conectan con la capital provincial, desde la ciudad de Chiclayo. El viaje en bus dura en promedio 12 horas y por la ciudad de Cajamarca y el viaje dura unas 8 horas en promedio, en la época de invierno estos tiempos pueden extenderse debido a que las carreteras sufren interrupciones.

4.2. ESTUDIOS BÁSICOS DEL PROYECTO.

4.2.1. Estudio topográfico.

El estudio topográfico se realiza con el fin de tener una representación de todos los accidentes del terreno. Con respecto al proyecto, se realizó un levantamiento topográfico de la zona de estudio, para ello se hizo uso de una estación total Leica TS02 como se muestran en el panel fotográfico; posteriormente se estableció la ubicación de las calicatas.

Descripción del trabajo:

El procedimiento para desarrollar el levantamiento topográfico fue el siguiente:

a. Reconocimiento del terreno.

Se hizo el reconocimiento del terreno, junto a las autoridades de la zona.

Fotografía N° IV.2: Reconocimiento del área de estudio.



Fuente: Propia.

Fotografía N° IV.1: Reconocimiento del área de estudio en el sector Las Palmas De Tinyayoc.



Fuente: Propia.

b. Levantamiento topográfico (trabajo de campo)

Se empezó a trabajar en las primeras horas del día, (8 am aproximadamente) para aprovechar trabajar sin el calor intenso que llega por el medio día.

Como primer paso se tomó la medida de altura de referencia de un BM ya establecido.

Una vez conocida la altura de referencia de la estación total, se ha realizado el levantamiento de los puntos del área de estudio, posteriormente se fueron ubicando dichos puntos con el prisma para las lecturas respectivas; luego se tomaron las lecturas en los demás puntos dentro del área que comprende el proyecto.

Fotografía N° IV.3: Levantamiento topográfico del área de estudio – Centro Poblado Rambrán.



Fuente: Propia.

Fotografía N° IV.4: Levantamiento topográfico del área de estudio – Centro Poblado Las Palmas de Tinyayoc.

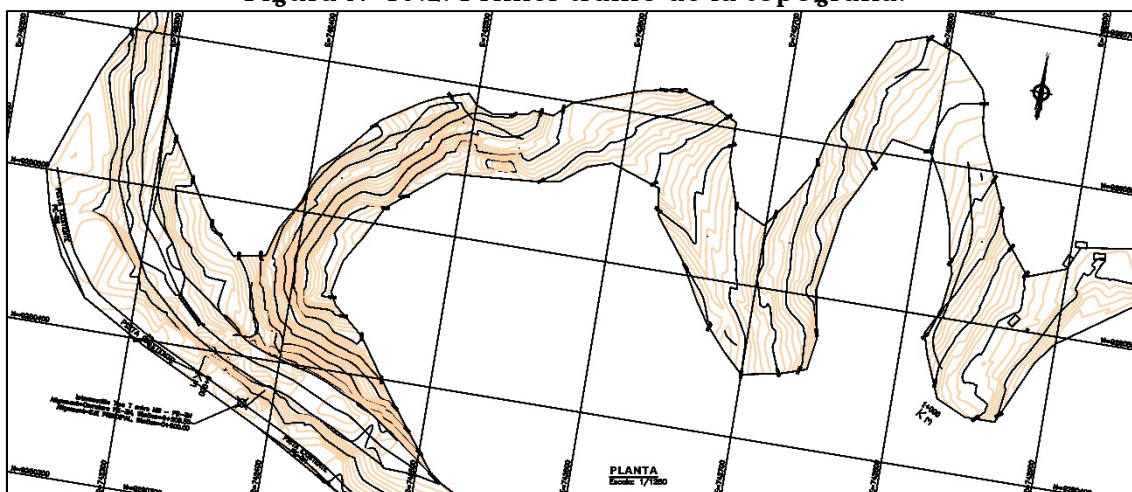


Fuente: Propia.

- c. **Trabajo de gabinete.** - Se descargaron los puntos de coordenadas de la libreta electrónica de la estación total a la computadora para luego

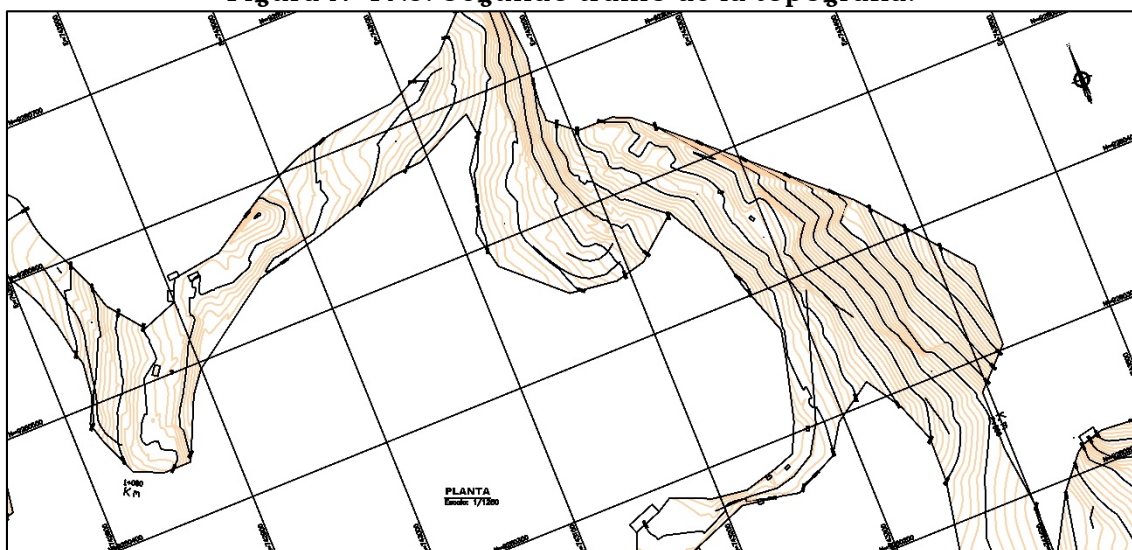
ser procesadas en el programa AIDCNS - Plus; los puntos tomados sumaron un total de 2123.

Figura N° IV.2: Primer tramo de la topografía.



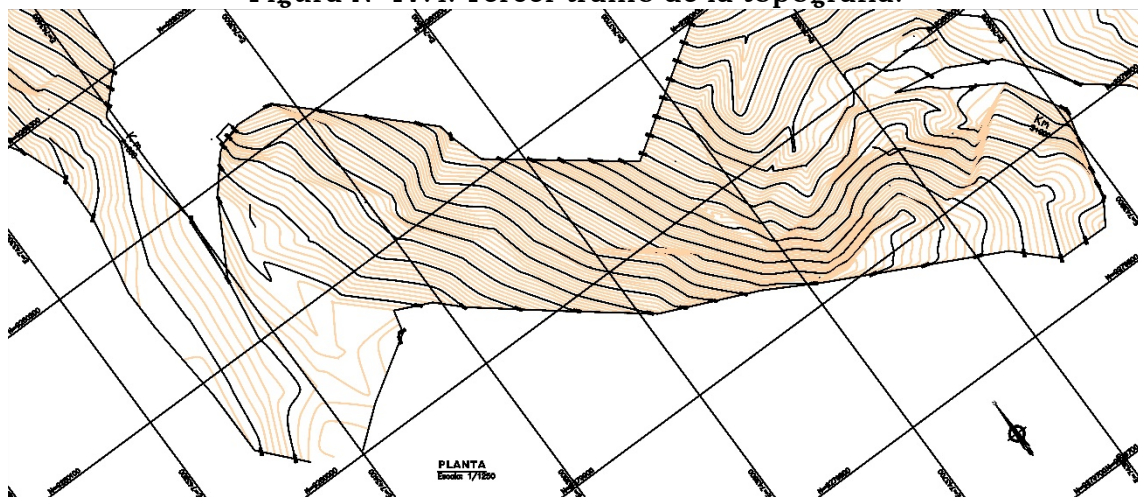
Fuente: Propia.

Figura N° IV.3: Segundo tramo de la topografía.



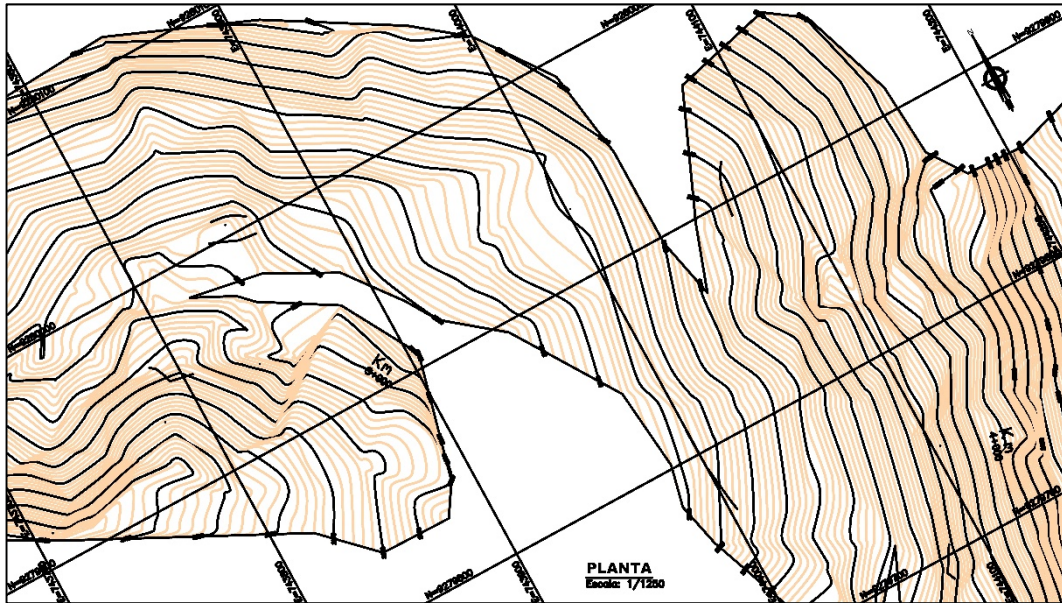
Fuente: Propia.

Figura N° IV.4: Tercer tramo de la topografía.



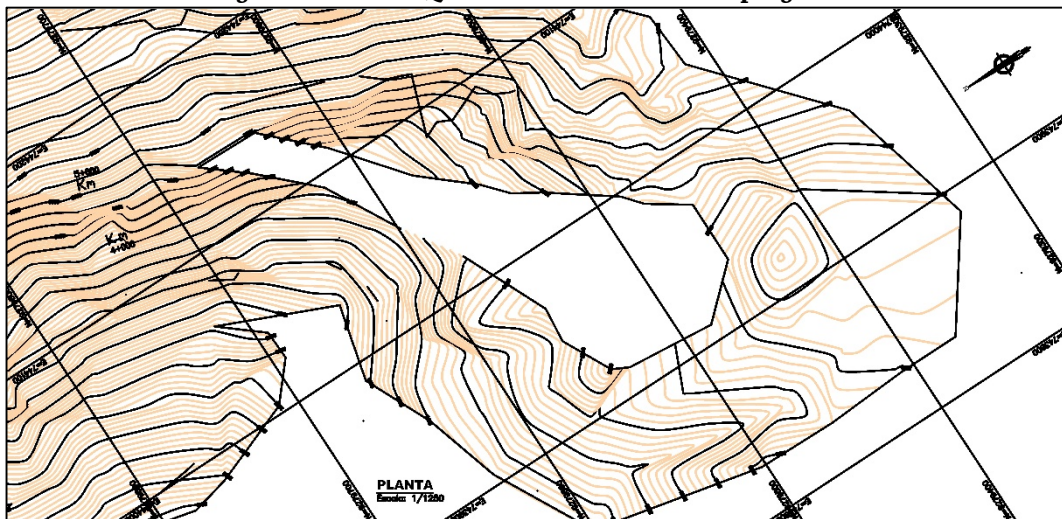
Fuente: Propia.

Figura N° IV.5: Cuarto tramo de la topografía.



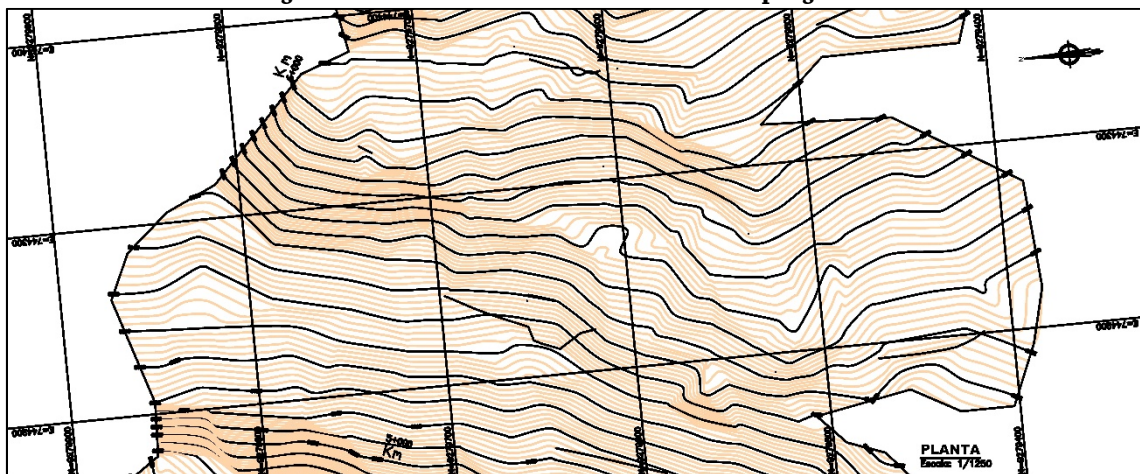
Fuente: Propia.

Figura N° IV.6: Quinto tramo de la topografía.



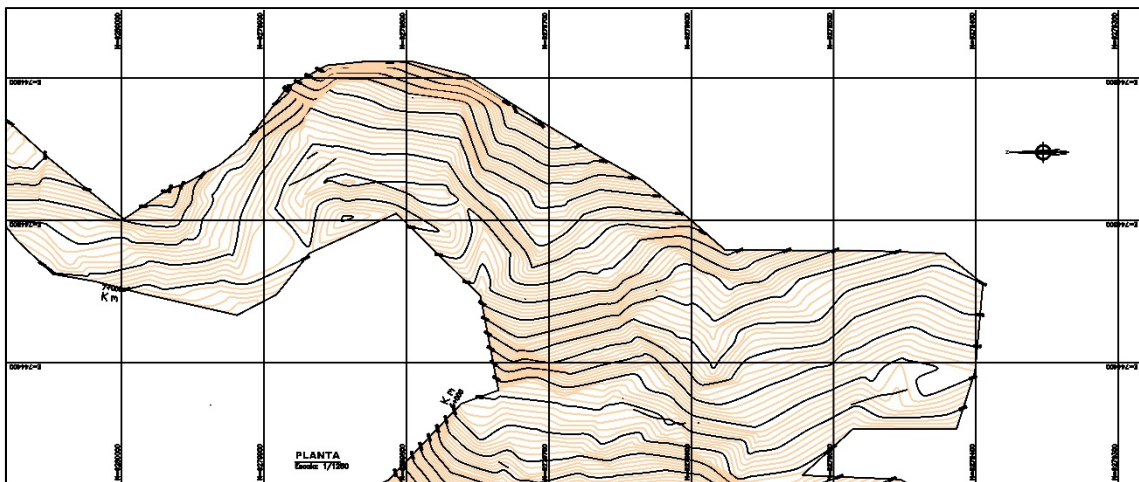
Fuente: Propia.

Figura N° IV.7: Sexto tramo de la topografía.



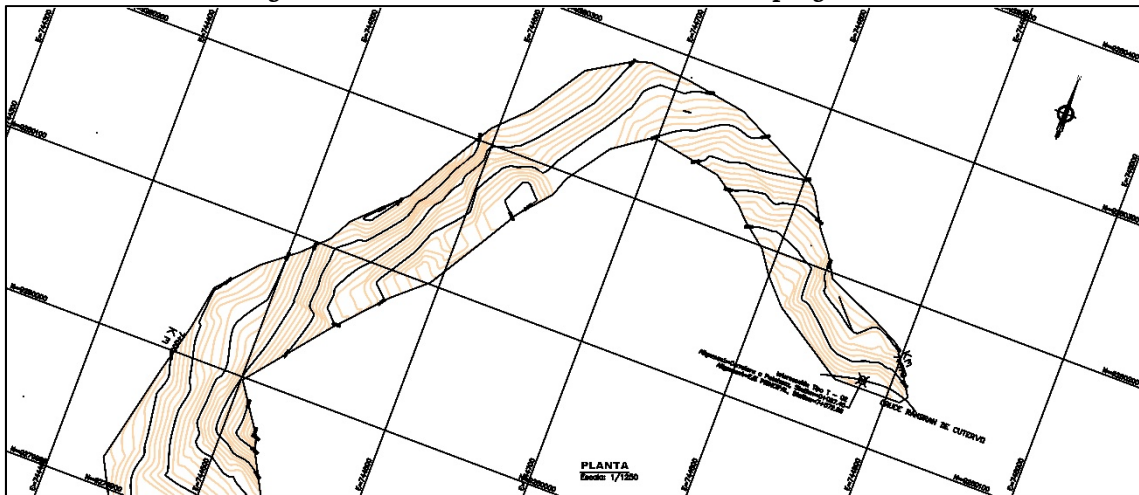
Fuente: Propia.

Figura N° IV.8: Séptimo tramo de la topografía.



Fuente: Propia.

Figura N° IV.9: Octavo tramo de la topografía.



Fuente: Propia.

d. Conclusiones.

Los datos que se obtuvieron a partir de la estación total Leica TS 02 no son del todo exactos; se sabe que todos los instrumentos y métodos usados para el levantamiento topográfico tienen errores, los cuales se pueden minimizar con la experiencia del operador.

Se puede concluir que el proyecto se encuentra en una cota máxima de 2489.865m y una mínima de 1919.776 m.

La topografía de la zona es correspondiente a una accidentada, con pendientes muy pronunciadas y con irregularidades considerables.

Las condiciones climáticas (temperatura aceptable) y la dificultad de transitabilidad moderada para el área del proyecto, constituyeron un problema durante la realización del estudio topográfico, pero a pesar de eso se pudo obtener todos los puntos necesarios para la elaboración del plano topográfico.

4.2.2. Estudio de tráfico

4.2.2.1. Ubicación de aforos vehiculares

Se realizó dos puntos de aforo que son los siguientes:

- Rambrán – Trigopampa con coordenadas (Este 744786.28; Norte 9279695.07).
- Quinuapampa – Lajas con coordenadas (Este 747098.46; Norte 9280101.15). Punto del cual se estimó que el 50 % de los vehículos que transitan se dirigirán hacia la carretera que se proyecta.

La suma de estos dos puntos de aforo con su aporte respectivo conformó el tráfico estimado en la zona del proyecto para la carretera proyectada en los tramos Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán.

4.2.2.2. Conteo vehicular.

Cuadro N° IV.2: Aforo Vehicular N°1



| | | | |
|-----------------------|----------------------|---|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | TRIGOPAMPA - RAMBRAN | | |
| SENTIDO | E | ← | S → |
| UBICACIÓN | | | |

| Fecha | Entrada Salida | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | TOTAL |
|-----------------|-------------------|------|------------------|------------|-------|----------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|-------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | |
| DIAGRA. VEH. | SENTID O | | | | | | | | | | | | |
| 27 ABRIL. | E S | 0 | 4 | 6 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 28 |
| 29 DE ABRIL | E S | 0 | 4 | 6 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 30 |
| 30 DE ABRIL | E S | 0 | 4 | 6 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 34 |

Fuente: Propia.

Cuadro N° IV.3: Aforo Vehicular N°2.



| | | | |
|-----------------------|---------------------|---|-----|
| TRAMO DE LA CARRETERA | QUINUAPAMPA - LAJAS | | |
| SENTIDO | E | ← | S → |
| UBICACIÓN | | | |

| Fecha | Entrada Salida | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MICRO | BUS | | CAMION | | | TOTAL |
|-----------------|-------------------|------|------------------|------------|-------|----------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|-------|
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | |
| DIAGRA. VEH. | SENTID O | | | | | | | | | | | | |
| 27 ABRIL. | E S | 0 | 6 | 16 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 42 |
| 29 DE ABRIL | E S | 0 | 10 | 20 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 58 |
| 30 DE ABRIL | E S | 0 | 12 | 26 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 74 |

Fuente: Propia.

4.2.2.3. Demanda

a. Determinación del tránsito actual

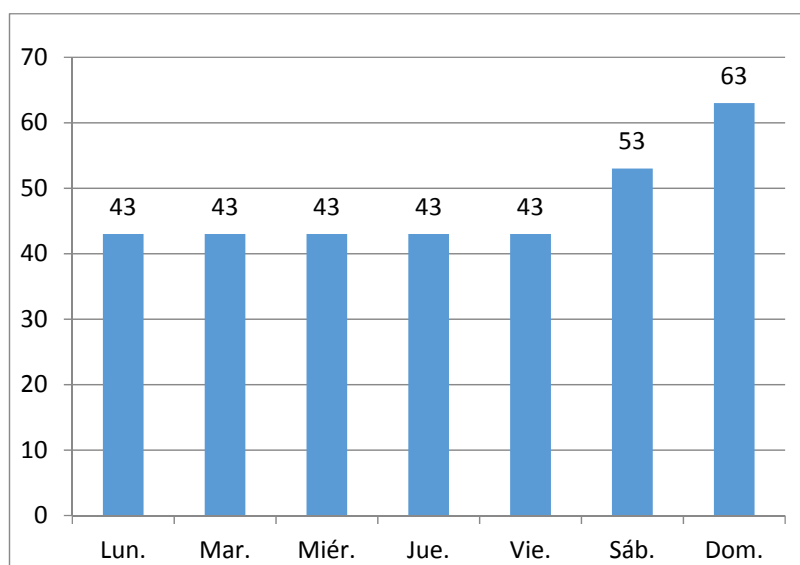
a.1. Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Tabla N° IV.1: Resultados del conteo de tráfico al mes de abril de 2017.

| Tipo de Vehículo | Lun. | Mar. | Miér. | Jue. | Vie. | Sáb. | Dom. |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Automóvil | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 10 |
| Camioneta | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 16 | 17 |
| Combi Rural | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 16 | 18 |
| Micro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bus Grande | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camión 2E | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 12 | 18 |
| Camión 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 53 | 63 |

Fuente: Propia.

Figura N° IV.10: Séptimo tramo de la topografía.



Fuente: Propia.

A.2. Determinar los factores de corrección

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.831381

F.C.E. Vehículos pesados: 1.517595

A.3. Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde: IMD_s = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada.
 IMD_a = Índice Medio Anual.
 V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo.
 FC = Factores de Corrección Estacional.

Tabla N° IV.2: Índice diario media anual.

| Tipo de Vehículo | Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día | | | | | | | TOTAL | IMD_s | FC | IMD_a |
|------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------|-----------|
| | Lun. | Mar. | Mié. | Jue. | Vie. | Sáb. | Do m. | | | | |
| Automóvil | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 10 | 54 | 8 | 0.83 | 6 |
| Camioneta | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 16 | 17 | 103 | 15 | 0.83 | 12 |
| C.R. | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 16 | 18 | 104 | 15 | 0.83 | 12 |
| Micro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 0 |
| Bus Grande | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.83 | 0 |
| Camión 2E | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 12 | 18 | 70 | 10 | 1.52 | 15 |
| Camión 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.52 | 0 |
| TOTAL | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 53 | 63 | 331 | 47 | | 45 |

Fuente: Propia.

B. ANALISIS DE LA DEMANDA

B.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tabla N° IV.3: Tráfico actual porcentual por tipo de vehículo.

| Tipo de Vehículo | IMD | Distribución (%) |
|------------------|-----------|------------------|
| Automóvil | 6 | 13.33 |
| Camioneta | 12 | 26.67 |
| C.R. | 12 | 26.67 |
| Micro | 0 | 0.00 |
| Bus Grande | 0 | 0.00 |
| Camión 2E | 15 | 33.33 |
| Camión 3E | 0 | 0.00 |
| IMD | 45 | 100.00 |

Fuente: Propia.

B.2 Demanda Proyectada

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde: T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = año futuro de proyección

$r =$ tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

$r_{vp} = 2.00$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población
(para vehículos de pasajeros)

$r_{vc} = 3.50$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional
(para vehículos de carga)

Tabla N° IV.4: Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto Vías Alternas.

| Tipo de Vehículo | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Tráfico Normal | 45 | 45 | 46 | 46 | 49 | 49 | 51 | 53 | 54 | 55 | 55 |
| Automóvil | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Camioneta | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Combi Rural | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Micro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bus Grande | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camión 2E | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 20 | 20 |
| Camión 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Propia.

B.3 Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tabla N° IV.5: Proyección de Tráfico - Con Proyecto

| Tipo de Vehículo | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Tráfico Normal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Automóvil | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camioneta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Combi Rural | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Micro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bus Grande | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camión 2E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camión 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tráfico Generado | 45 | 45 | 46 | 46 | 49 | 49 | 51 | 53 | 54 | 55 | 55 |
| Automóvil | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Camioneta | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| C.R. | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Micro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bus Grande | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camión 2E | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 20 | 20 |
| Camión 3E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IMD TOTAL | 45 | 45 | 46 | 46 | 49 | 49 | 51 | 53 | 54 | 55 | 55 |

Fuente: Propia

4.2.2.4. Horizonte del proyecto.

La Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública considera horizontes de evaluación estándar que comprenden el periodo de ejecución más es periodo de generación de beneficios. Por tanto, el horizonte de evaluación considerará el periodo de beneficios señalado en el siguiente cuadro.

Cuadro N° IV.4: Aforo Vehicular N°2.

| Tipo de PIP | Período de beneficios a considerar |
|---|------------------------------------|
| Carreteras con Tratamiento Superficial Bicapa - TSB | 15 años |
| Carreteras asfaltadas | 20 años |
| Carreteras a nivel de Afirmado y Sin Afirmar | 10 años |
| Carreteras a nivel de Pavimentos con soluciones básicas | 10 años |
| Carreteras Pavimentadas (flexible y rígido) | 20 años |
| Puentes aislados | 20 años |
| Agua potable y alcantarillado | 20 años |
| Electrificación | 20 años |

Fuente: Propia.

4.2.3. Estudio de suelos

En este acápite se verá de forma detallada el análisis de datos de los diversos ensayos realizados en el laboratorio, las cuales permitieron determinar principalmente las características de los estratos, dependiendo de la profundidad y lugar donde se tomó la muestra.

Descripción del trabajo: El procedimiento para desarrollar el estudio de mecánica de suelos fue el siguiente:

a. Extracción de muestras:

Para la investigación geotécnica se ha realizado 11 exploraciones directas a cielo abierto, a distintas profundidades, 1.44 a 2.45 metros de profundidad de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.162 (ASTM D420) y el RNE E.050 Suelos y Cimentaciones.

b. Ensayos de laboratorio.

Los ensayos que se realizaron a las muestras de suelos, fueron las siguientes:

Análisis granulométrico por tamizado, normas N.T.P. 339.128 / ASTM D - 422.

Límite líquido y límite plástico, normas N.T.P. 339.129 / ASTM D - 4318.

Contenido de humedad, normas N.T.P. 339.127 y ASTM D-2216.
Sales solubles totales, normas N.T.P 339.152 / USBR E - 8.
Clasificación de Suelos por el Método SUCS, norma ASTM D-2487.
Corte directo ASTM D-3080.
Gravedad Específica ASTM D854-58.
Compactación De Suelos En Laboratorio Utilizando Una Energía
Modificada (Proctor Modificado) - Norma Aplicable: MTC E 115
/ ASTM D 4718 / ASTM D 4253.
CBR de suelos (Laboratorio) - Norma Aplicable: MTC E 132 / ASTM
D 1883.

c. Resultados:

A partir de las muestras ensayadas en el Laboratorio, se realizó la clasificación de los mismos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) Norma ASTM D-2487, la misma que se basa en la granulometría del material y en su plasticidad.

En el siguiente cuadro de resumen, se muestra los resultados de cada ensayo realizado en el laboratorio:

Perfil Estratigráfico.

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir los horizontes de material homogéneo y establecer el Perfil Estratigráfico, el cual esta detallado en el estudio de suelos, el cual está en

Tabla N° IV.6: Resumen General de los Ensayos Realizados a las características físicas.

| N° CALICATA | MUESTRA | PROFUNDIDAD | GRANULOMETRIA | | | | | | LIMITE DE CONSISTENCIA | | | S u c s | Humedad W (%) |
|-------------|---------|-------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|--------|------------------------|-------|-------|------------------|---------------|
| | | | PASANDO LOS TAMICES | | | | | | PASANTE MALLA N° 200 | | | | |
| | | | N° 04 | N° 10 | N° 20 | N° 50 | N° 100 | N° 200 | L.L | L.P | I.P | | |
| C1 | M – 1 | 0.00 – 0.35 | 99.2 | 98.9 | 98.4 | 95.6 | 94.9 | 94.3 | 22.90 | 12.83 | 10.07 | CL | 19.05 |
| | M – 2 | 0.35 – 0.60 | 99.8 | 99.1 | 98.6 | 95.0 | 94.5 | 93.8 | 28.24 | 23.08 | 5.16 | ML | 20.48 |
| | M – 3 | 0.60 – 1.50 | 99.7 | 99.2 | 98.5 | 95.8 | 94.7 | 94.2 | 28.36 | 12.90 | 15.45 | CL | 25.00 |
| C2 | M – 1 | 0.10 - 0.60 | 94.4 | 77.7 | 71.9 | 62.5 | 60.6 | 60.0 | 18.75 | 5.28 | 13.47 | CL | 13.64 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.20 | 97.4 | 96.6 | 93.4 | 88.5 | 87.7 | 86.9 | 32.51 | 11.57 | 20.94 | CL | 21.95 |
| | M – 3 | 1.20 – 1.65 | 98.9 | 98.2 | 97.7 | 94.2 | 89.8 | 78.3 | 28.41 | 23.14 | 5.27 | ML | 23.46 |
| C3 | M – 1 | 0.00 - 1.25 | 97.9 | 97.4 | 97.2 | 94.9 | 94.6 | 94.1 | 34.45 | 12.83 | 21.63 | CL | 16.28 |
| | M – 2 | 1.25 – 1.60 | 99.6 | 99.0 | 98.1 | 97.1 | 96.4 | 95.8 | 22.95 | 18.88 | 4.07 | CL - ML | 22.45 |
| C4 | M – 1 | 0.00 - 0.30 | 61.6 | 54.7 | 52.3 | 48.4 | 47.6 | 47.3 | 22.90 | 12.83 | 10.07 | GC | 19.05 |
| | M – 2 | 0.30 – 1.40 | 99.5 | 98.8 | 98.3 | 97.4 | 96.7 | 96.2 | 27.16 | 19.05 | 8.11 | CL | 25.00 |
| C5 | M – 1 | 0.00 - 0.45 | 93.1 | 92.8 | 92.3 | 89.9 | 89.4 | 88.9 | 23.39 | 5.61 | 17.78 | CL | 19.05 |
| | M – 2 | 0.45 - 1.50 | 99.6 | 98.9 | 98.0 | 95.1 | 94.2 | 93.6 | 33.90 | 24.10 | 9.79 | ML | 20.48 |
| C6 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | 100.0 | 100.0 | 99.9 | 99.6 | 99.4 | 99.0 | 28.24 | 16.56 | 11.68 | CL | 16.28 |
| C7 | M – 1 | 0.10 – 1.70 | 99.7 | 99.2 | 98.5 | 96.7 | 94.8 | 89.8 | 30.96 | 14.19 | 16.78 | CL | 11.11 |
| | M – 2 | 1.70 – 2.45 | 99.8 | 98.8 | 98.1 | 96.9 | 95.1 | 94.6 | 25.91 | 13.61 | 12.30 | CL | 19.05 |
| C8 | M – 1 | 0.05 - 0.60 | 100.0 | 99.5 | 98.3 | 95.9 | 95.4 | 94.1 | 32.86 | 18.62 | 14.23 | CL | 14.94 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.70 | 99.8 | 99.5 | 99.1 | 97.1 | 96.4 | 94.4 | 32.02 | 18.62 | 13.39 | CL | 20.48 |
| C9 | M – 1 | 0.20 – 0.75 | 99.6 | 97.9 | 96.3 | 93.4 | 92.2 | 91.1 | 46.49 | 23.48 | 23.01 | CL | 13.64 |
| | M – 2 | 0.75 - 1.53 | 100.0 | 100.0 | 94.9 | 92.4 | 89.30 | 84.6 | 43.91 | 19.94 | 23.96 | CL | 19.05 |
| C10 | M – 1 | 0.10 – 0.30 | 99.8 | 99.4 | 98.9 | 96.2 | 93.7 | 92.6 | 27.54 | 17.33 | 10.20 | CL | 16.28 |
| | M – 2 | 0.30 – 0.90 | 99.9 | 99.7 | 99.1 | 97.1 | 93.3 | 90.2 | 43.91 | 23.82 | 20.09 | CL | 19.05 |
| | M – 3 | 0.90 - 1.50 | 96.9 | 95.5 | 94.9 | 89.9 | 86.2 | 81.1 | 19.52 | 8.01 | 11.51 | CL | 25.00 |
| C11 | M – 1 | 0.00 – 160 | 99.9 | 98.9 | 98.2 | 96.5 | 91.3 | 76.2 | 33.46 | 16.67 | 16.80 | CL | 19.05 |

Fuente: Propia.

En la siguiente tabla mostramos la capacidad admisible de suelo, ángulo de fricción y cohesión del suelo.

Tabla N° IV.7: Capacidad Admisible del suelo de las Calicatas.

| Excavación | Muestra N° | Profundidad De - A | q _a (Kg/cm²) | Angulo de fricción (ø) | Cohesión del suelo (Kg/cm²) |
|------------|------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| C4 | M – 1 | 0.30 - 1.40 | 0.72 | 16.4° | 0.183 |
| C7 | M – 1 | 1.70 – 2.45 | 0.73 | 15.4° | 0.211 |

Fuente: Propia.

Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación

Para el presente proyecto, la capacidad de soporte de los suelos encontrados según las calicatas realizadas a una distancia menor a 3.0 Km, se muestra los valores de CBR obtenidos al 95% de máxima densidad seca y a 0.1” de penetración, para los cuales se hallaron un total de 04 valores de CBR del proyecto en los siguientes puntos:

Progresiva 0+500 con un valor de CBR =3.90.
 Progresiva 3+000 con un valor de CBR =4.50.
 Progresiva 6+000 con un valor de CBR =6.40
 Progresiva 7+000 con un valor de CBR = 4.60.

Tabla N° IV.8: Resumen General de la Capacidad de soporte del terreno de fundación.

| CAL. | PROG. | LADO | DATOS | | CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | CBR 95% (2.5 mm) |
|------|-------|------|-------|-----------|---------------|----------|---------|-------|---------------------|
| | | | M | Prof. (m) | SUCS | AASHTO | MDS | OCH | |
| | | | | | | | | | MDS |
| C-1 | 0+500 | D | M-3 | 0.60-1.50 | CL | A-6 (11) | 1.572 | 25.00 | 3.9 |
| C-4 | 3+000 | I | M-2 | 0.30-1.40 | CL | A-4- (9) | 1.670 | 21.3 | 4.5 |
| C-6 | 6+000 | D | M-2 | 1.70-2.45 | CL | A-6 (9) | 2.163 | 5.00 | 6.4 |
| C-10 | 7+000 | I | M-1 | 0.00-1.60 | CL | A-6 (11) | 1.802 | 17.50 | 4.60 |

Fuente: Propia.

En el siguiente cuadro “Calidad de Subrasante”, se muestra la calidad del terreno de Fundación según su valor de CBR al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad.

Cuadro N° IV.5: Calidad de Subrasante.

| CBR (%) | CLASIFICACION |
|---------|----------------------|
| < 3 | Subrasante muy pobre |
| 3 – 5 | Subrasante pobre |
| 6 – 10 | Subrasante regular |

| | |
|--------|----------------------|
| 11 –19 | Subrasante buena |
| >20 | Subrasante muy buena |

Fuente: Manual De Diseño De Carreteras Pavimentadas De
Bajo Volumen De Transito

d. Conclusiones del Estudio de Suelos

Las muestras obtenidas en las exploraciones de campo fueron analizadas en el laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de toda la trocha dentro de la profundidad investigada.

Las exploraciones a cielo abierto (calicatas), de ejecutaron a una distancia de 1000m.

Las muestras obtenidas en las exploraciones de campo fueron analizadas en Laboratorio de Concreto, Suelos y Pavimentos USAT, lo que permitió conocer la estratigrafía dentro de la profundidad investigada.

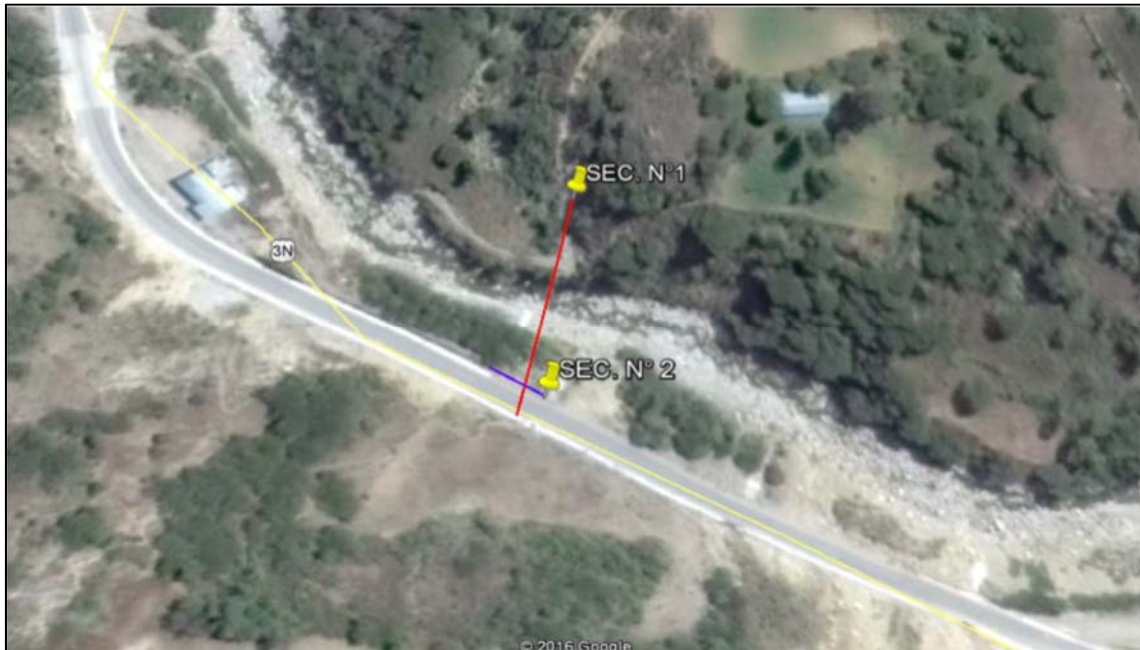
El suelo de la zona ha sido terreno no explorado. El perfil del suelo está formado por estratos variables entre ellos están: Arcilla de baja plasticidad, Limo de baja plasticidad, Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad, Limo de Baja Plasticidad con Arena, Arcilla Limosa de Baja Plasticidad, Grava Arcillosa de Color Marrón Claro.

El tipo de estrato que mayor presencia tiene en las muestras analizadas es el Arcilla de baja plasticidad y los de menor presencia son: Limo de baja plasticidad, Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad, Limo de Baja Plasticidad con Arena, Arcilla Limosa de Baja Plasticidad, Grava Arcillosa de Color Marrón Claro.

De las muestras analizadas para calcular su capacidad admisible, los resultaron fueron menores de 1, debido a que en las muestras predominan los finos.

4.2.3.1. Resultados de tomografía eléctrica.

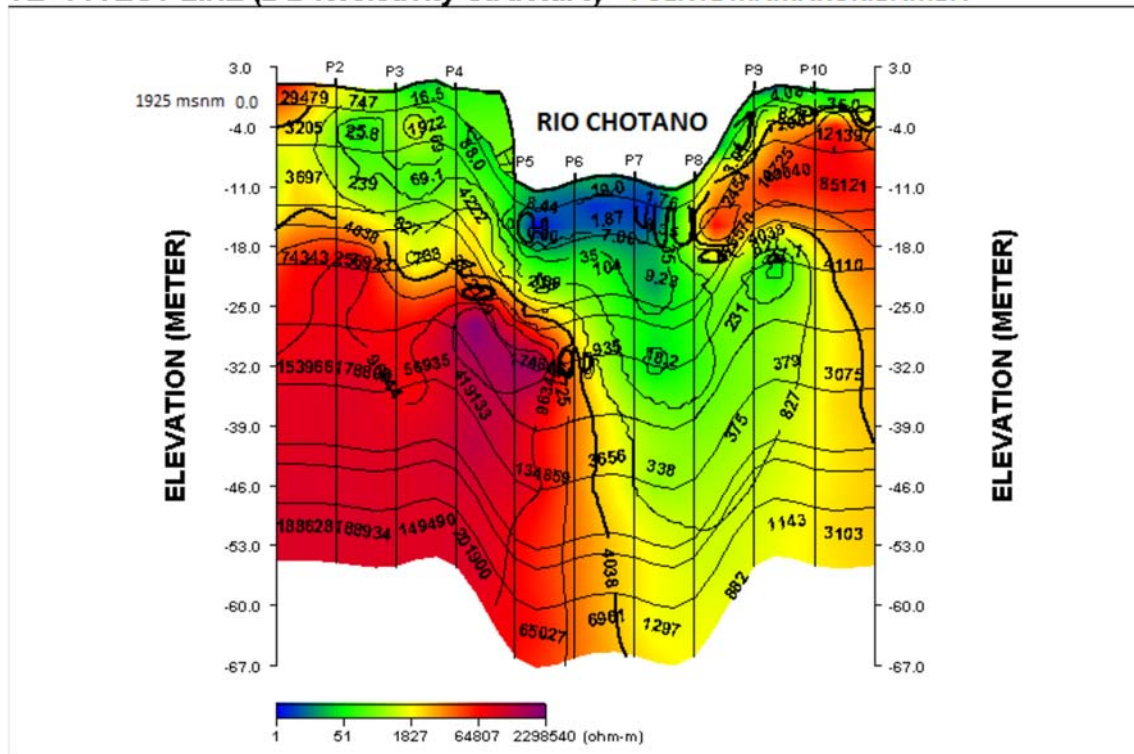
Figura N° IV.12: Ubicación de las secciones de la tomografía eléctrica



Fuente: D&G Best Water.

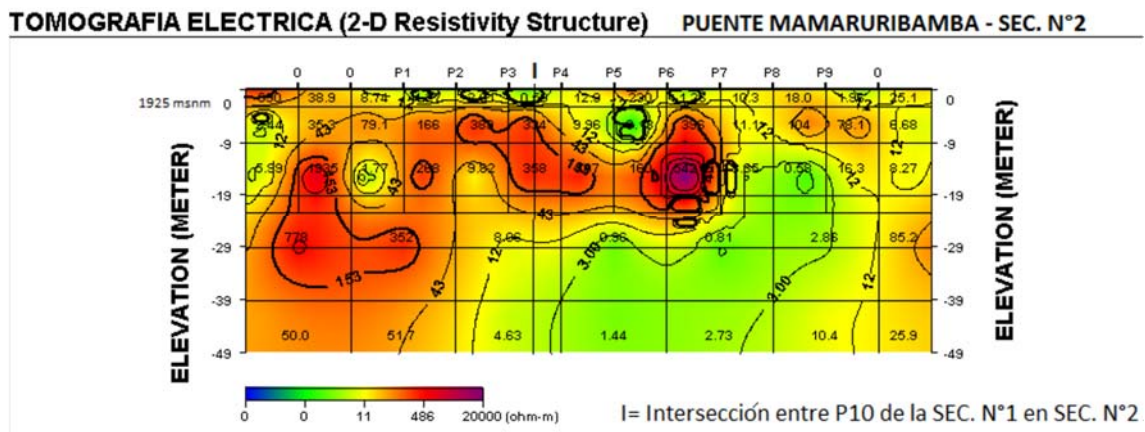
Figura N° IV.11: Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Sección N°1

TE- 01TEST LINE (2-D Resistivity Structure) PUENTE MAMARURIBAMBA



Fuente: D&G Best Water.

Figura N° IV.13: Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Sección N°2.



Fuente: D&G Best Water.

Cuadro N° IV.6: : Interpretación de acuerdo al color.

- Celeste: Acuífero, zonas de alta humedad, pantano, rio o quebrada
- Verde: Zona Inestable, materiales arcillosos, arenosos, limosos y gravas de pequeño diámetro.
- Amarillo: Zona de material sedimentario compactado de estabilidad media.
- Rojo: Zona de materiales de canto rodados de gran diametro, fragmentos de roca.
- Violeta y Azul Intenso: Zona Estable Dura

Fuente: D&G Best Water.


Conclusiones

El análisis de los resultados del estudio practicado permite formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

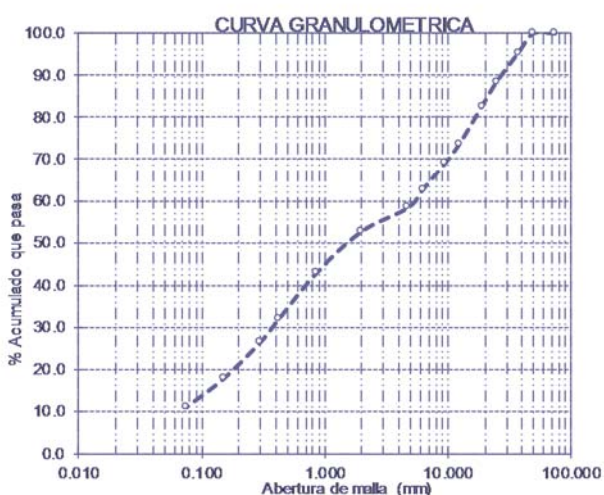
- La zona de estudio, en su mayor parte, presenta una estructura geoelectrica conformada por 03 capas, que presentan complejidad en su formación.
- En el caso de la capa Geoelectrica es muy variable por la compleja formación geológica de la zona, en el cual se puede observar con mejor detalle de acuerdo al color en la imagen de la TOMOGRAFIA ELECTRICA anexada.
- En lo referente a la capa Geoelectrica Inferior, el predominio la roca fisurada, está saturada por las grietas con agua.
- En todos los casos dados, con el objeto de corroborar se recomienda anclar la estructura en las zonas estables, en el perfil

de la tomografía eléctrica estas zonas aparecen con color rojizo a morado.

4.2.4. Ensayos de afirmado de cantera

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | | UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS USAT | |
| ESCUELA: | | : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL | |
| TESISTA | | : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS | |
| TESIS | | : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016 | |
| Ubicación | | : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA | |
| ENSAYO₁ | | : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado. | |
| REFERENCIA | | : N.T.P. 339.128 ASTM D - 422 | |
| ENSAYO₂ | | : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. | |
| REFERENCIA | | : N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318 | |
| Cantera | | : RAMBRÁN | |
| Muestra | | : Afirmado | |

| Mallas | | % Acumulado | | |
|----------|------------|-------------|----------|---|
| Pulgadas | Milímetros | Retenido | Que Pasa | |
| 3" | 75.00 | 0.0 | 100.0 | |
| 2" | 50.00 | 0.0 | 100.0 | |
| 1 1/2" | 37.50 | 4.7 | 95.3 | |
| 1" | 25.00 | 11.6 | 88.4 | Límite líquido % 21.1 |
| 3/4" | 19.00 | 17.4 | 82.6 | Límite plástico % 16.1 |
| 1/2" | 12.50 | 26.3 | 73.7 | Índice de plasticidad % 5.0 |
| 3/8" | 9.50 | 31.0 | 69.0 | Clasificación SUCS SP-SC |
| 1/4" | 6.30 | 37.3 | 62.7 | Clasificación AASHTO A-1-b [0] |
| Nº4 | 4.75 | 41.7 | 58.3 | Denominación : |
| Nº10 | 2.00 | 47.3 | 52.7 | Arena pobremente graduada con arcilla y grava |
| Nº20 | 0.850 | 57.2 | 42.8 | |
| Nº40 | 0.425 | 67.9 | 32.1 | |
| Nº50 | 0.300 | 73.4 | 26.6 | |
| Nº100 | 0.150 | 82.1 | 17.9 | |
| Nº200 | 0.075 | 88.9 | 11.1 | |



ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
UBICACIÓN : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN,
 DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))

REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

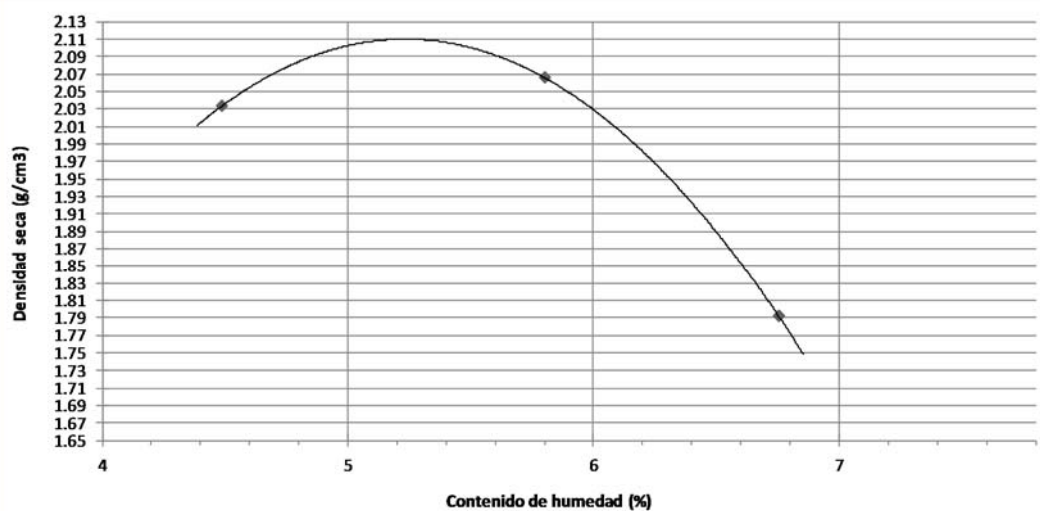
Según el solicitante la muestras es :

Muestra : Cantera la Quebrda

Calicata : C-1

Máxima Densidad Seca 2.120 g/cm³

Óptimo Contenido de Humedad 4.8 %



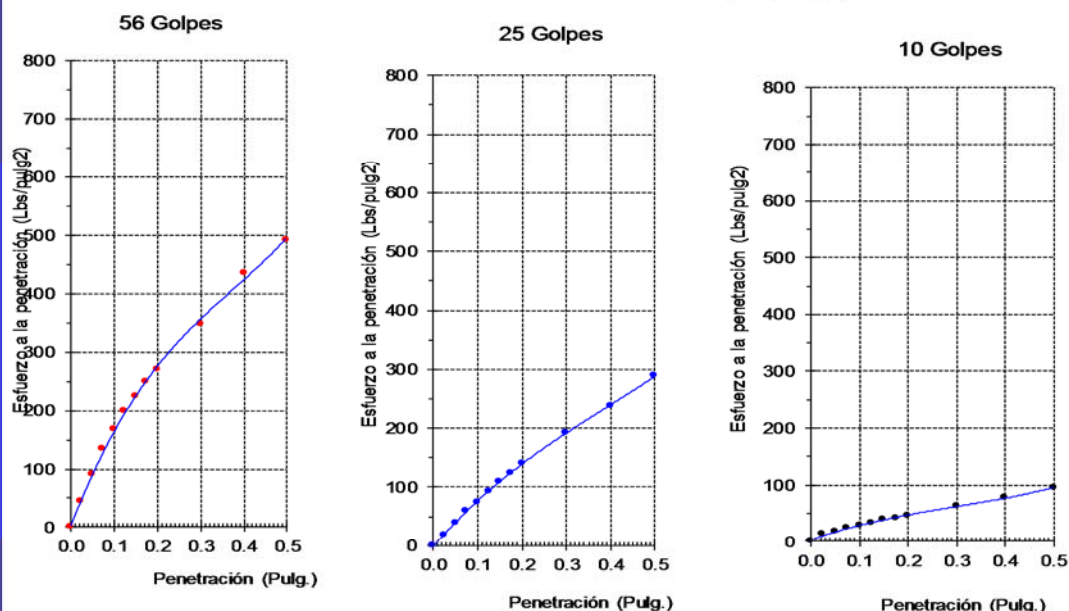
OBSERVACIONES : Método : "B"

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO
 Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos
compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 1,00 a 1,50 m
Calicata : C-1

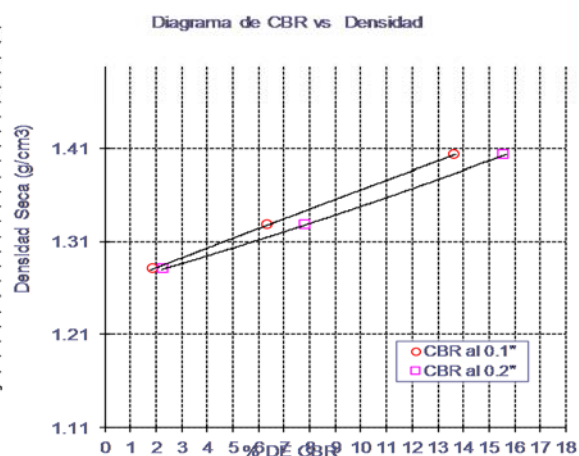
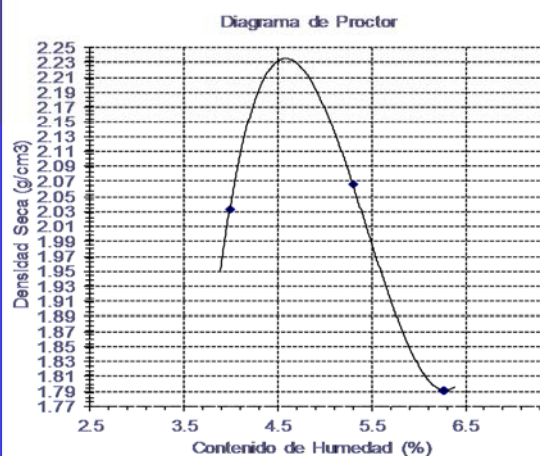
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Máxima densidad seca | 2.235 g/cm ³ |
| Óptimo contenido de humedad | 4.6 % |

| Especimen | Número de golpes por capa | CBR (%) | Densidad seca (g/cm ³) | Expansión (%) | CBR a la penetración (Pulg.) | % de MDS | CBR (%) |
|-----------|---------------------------|---------|------------------------------------|---------------|------------------------------|----------|---------|
| 01 | 56 | 13.6 | 1.403 | 2.8 | 0.1" | 100 | 93.3 |
| 02 | 25 | 6.4 | 1.328 | 1.9 | 0.1" | 95 | 81.3 |
| 03 | 10 | 1.9 | 1.280 | 0.7 | 0.2" | 100 | 101.8 |
| | | | | | 0.2" | 95 | 100.4 |



4.3. DISEÑO

4.3.1. Diseño geométrico de la carretera

En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea funcional, segura cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. (Cárdenas 2010, 1)

El diseño geométrico en una carretera provee las características y detalles técnicos requeridos para su ejecución a lo largo del alineamiento principal, organizando información gráfica y medibles para cada etapa y nivel de actividades necesarias para la materialización del proyecto.

“De la calidad de esta documentación técnica depende la correcta transición del proyecto al encargado de la construcción del camino, por lo que si esta está incompleta resultará dificultoso la interpretación del mismo con el riesgo de que en la ejecución de la obra se cometan errores, empobreciendo la solución concebida.” (Berardo 2017, 66).

El sistema de clasificación de carreteras según el Manual de diseño geométrico DG-2018, ubica la carretera en la categoría de trocha carrozable por presentar un IMDA menor a 200 veh/día, por lo que la calzada debe tener un ancho mínimo de 4.00 metros. Mientras que la superficie de rodadura será de material afirmado.

Cuadro N° IV.7: Clasificación de la carretera por demanda y orografía

| Clasificación por demanda | |
|--------------------------------------|----------|
| con IMDA (Índice Medio Diario Anual) | |
| 45 | veh/día |
| Trochas Carrozables | |
| Ancho Calzada mínimo | 4,00 |
| Rodadura debe ser | afirmado |

| Clasificación por orografía | |
|-----------------------------|--------|
| pendientes transversales | > 100% |
| pendientes longitudinales | 10% |
| Terreno escarpado (tipo 4) | |

Fuente: Propia

Asimismo, por presentar pendientes transversales mayores a 45° o 100% es clasificada con un terreno escarpado tipo 4, además la máxima pendiente

longitudinal utilizada deberá ser del 10%. Mientras que la velocidad de diseño recomendada por el manual de diseño geométrico DG-2018 es de 30 Km/h, basados en su clasificación por demanda y orografía, sin embargo, la velocidad específica entramos críticos será reducida a 20 Km/h.

Cuadro N° IV.8: Clasificación de vial y rango de velocidad de diseño óptima.

| NOTA: | |
|------------------------|---------------|
| Clasificación | Autopista |
| | Carretera |
| Tipo | Primera Clase |
| | Segunda Clase |
| | Tercera Clase |
| | Afirmado |
| Orografía | Plano |
| | Ondulado |
| | Accidentado |
| | Escarpado |
| Clasificación | Carretera |
| Tipo | Afirmado |
| Orografía | Escarpado |
| Rangos de la Velocidad | 30 |

Fuente: Propia.

Para el diseño geométrico en planta se permite un radio mínimo de 10 m. sin embargo, se ha utilizado un radio mínimo de 15 m, en tanto que la longitud en tramos en tangente para curvas en s es de 28 metros, 56 metros en curvas en o, y una longitud máxima de 334 metros.

El peralte máximo permitido es de 12 % con un coeficiente de fricción máximo de 0.18, se ha utilizado en el diseño peralte de 10 % como valor máximo como se aprecia en el cuadro N° IV.10.

La longitud mínima de curva de transición elegida, con las condiciones planteados por las normativas vigente es de 30 metros, pudiéndose prescindir de esta en curvas con radios menos a 24 metros; en el proyecto se colocarán curvas de transición en curvas con radios menos a 35 metros, ya que con tal medida se brindará mayores condiciones de seguridad y confortabilidad a la carretera, con un 50% de curvas dotadas de curva de transición.

El sobreancho máximo para el correcto funcionamiento de la vía en el lado interno de las 53 curvas horizontales que componen el proyecto es de 2.50 metros para una velocidad de diseño de 20 Km/h y un radio de curvatura de 15 metros (ver cuadro N° IV.10).

El valor asumido para la variación uniforme de la aceleración en curvas de transición (J) es de 0.5 tal como recomienda el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018.

Cuadro N° IV.9: Resumen de valores asumidos para el diseño en planta.

| Longitudes de tramos en tangente | | | | Longitud De Espiral | | | | Curva de Espiral que puede prescindir | | J (m/s³) |
|---|-------------|-------------------------|---|--------------------------------------|-------|------------------|-------|---------------------------------------|-------|----------|
| Para una velocidad específica mínima en curvas tenemos: | | | | A _{min} | 12.12 | L _{min} | 9.80 | | | 0.5 |
| | | | | A _{mín} | 21.21 | L _{mín} | 30.00 | | | |
| V (km/h) | L mín.s (m) | L mín.o (m) | L máx (m) | CONDICIONES | | | | | | |
| 20 | 28 | 56 | 334 | L _e ≥ 30m | 30.00 | | ok | 24 | | |
| | | | | L _{max} | 45.00 | | ok | | | |
| | | | | R/3 ≤ A ≤ R | 5.00 | | no | | | |
| | | | | L _e ≥ L _{min} P% | 37.5 | | no | | | |
| Radios mínimos | | Peraltes | | Sobre Ancho | | | | L _{min} de Peralte | | |
| Ubicación de la vía | | Ubicación de la vía | | Camión de dos ejes (C2) | | | | | | |
| Área rural (accidentada o escarpad) | | Zona rural (Tipo 3 ó 4) | | N° carril | L | Sa | Lt Sa | P _i | -3.0% | |
| Radio mínimo: | | 10 | Peralte máximo e (%) | 1 | 7.3 | 2.50 | 37.5 | B | 4.00 | |
| Radio mínimo usado: | | 15 | Valor máximo de fricción f _{máx} | | | | | i _p _{máx} | 1.60% | |
| | | | | | | | | P _f | 12.0% | |
| | | | | | | | | L _{min} P% | 37.5 | |

Fuente: Propia.

Cuadro N° IV.10: Cuadro de elementos de curva.

| Cuadro de Elementos - Curvas Horizontales | | | | | | | | | | |
|---|----------|--------|-------|-------|----------|----------|------|------|------|---------|
| J (m/s³) | V (km/h) | N° PI | Sent. | RADIO | P.C. | P.T. | Sa | P% | Le | Lmin P% |
| 0.5 | 20 | PI: 1 | I | 30 | 0+044.41 | 0+060.38 | 1.30 | 7.4 | - | 26.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 2 | D | 65 | 0+066.16 | 0+124.84 | 0.70 | 4.2 | - | 18.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 3 | D | 50 | 0+158.37 | 0+177.42 | 0.90 | 5.2 | - | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 4 | D | 25 | 0+244.10 | 0+265.59 | 1.50 | 8.0 | - | 28.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 5 | I | 35 | 0+283.80 | 0+303.66 | 1.20 | 6.8 | - | 25.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 6 | D | 30 | 0+379.59 | 0+427.71 | 1.30 | 7.4 | - | 26.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 7 | I | 100 | 0+465.32 | 0+475.99 | 0.50 | 3.0 | - | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 8 | I | 20 | 0+542.83 | 0+571.90 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 9 | D | 50 | 0+618.09 | 0+647.84 | 0.90 | 5.2 | - | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 10 | D | 30 | 0+747.36 | 0+821.25 | 1.30 | 7.4 | - | 26.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 11 | D | 60 | 0+889.46 | 0+917.94 | 0.80 | 4.6 | - | 19.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 12 | I | 20 | 0+988.62 | 1+016.76 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 13 | D | 55 | 1+082.28 | 1+129.42 | 0.80 | 4.8 | - | 20.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 14 | I | 50 | 1+286.16 | 1+302.91 | 0.90 | 5.2 | - | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 15 | D | 20 | 1+363.35 | 1+383.31 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 16 | I | 75 | 1+450.51 | 1+523.42 | 0.60 | 3.8 | - | 17.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 17 | I | 20 | 1+551.31 | 1+589.87 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 18 | D | 20 | 1+634.40 | 1+673.59 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 19 | D | 100 | 1+797.41 | 1+802.30 | 0.50 | 3.0 | - | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 20 | D | 255 | 1+882.72 | 2+011.86 | 0.30 | 3.0 | - | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 21 | I | 25 | 2+208.19 | 2+253.72 | 1.50 | 8.0 | - | 28.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 22 | D | 20 | 2+389.59 | 2+419.26 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 23 | I | 150 | 2+613.12 | 2+648.25 | 0.40 | 3.0 | - | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 24 | I | 60 | 2+749.68 | 2+807.29 | 0.80 | 4.6 | - | 19.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 25 | D | 35 | 2+827.29 | 2+870.03 | 1.20 | 6.8 | - | 25.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 26 | I | 15 | 2+953.92 | 2+968.77 | 2.50 | 10.0 | 19.0 | 33.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 27 | I | 80 | 3+028.62 | 3+073.22 | 0.60 | 3.6 | - | 17.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 28 | D | 20 | 3+135.94 | 3+166.11 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 29 | D | 50 | 3+237.93 | 3+252.89 | 0.90 | 5.2 | - | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 30 | D | 90 | 3+356.87 | 3+454.66 | 0.60 | 3.2 | - | 16.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 31 | I | 15 | 3+588.12 | 3+601.17 | 2.50 | 10.0 | 19.0 | 33.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 32 | D | 15 | 3+797.79 | 3+812.37 | 2.50 | 10.0 | 19.0 | 33.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 33 | D | 110 | 3+979.09 | 4+006.33 | 0.50 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 34 | D | 50 | 4+083.50 | 4+141.92 | 0.90 | 5.2 | ✓ | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 35 | I | 80 | 4+226.37 | 4+332.77 | 0.60 | 3.6 | ✓ | 17.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 36 | I | 50 | 4+447.80 | 4+565.35 | 0.90 | 5.2 | ✓ | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 37 | I | 120 | 4+758.08 | 4+826.71 | 0.50 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 38 | D | 20 | 5+122.35 | 5+157.51 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 39 | D | 200 | 5+314.67 | 5+341.44 | 0.30 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 40 | I | 100 | 5+439.77 | 5+488.78 | 0.50 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 41 | I | 25 | 5+584.09 | 5+627.71 | 1.50 | 8.0 | ✓ | 28.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 42 | D | 50 | 5+742.59 | 5+765.11 | 0.90 | 5.2 | ✓ | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 43 | I | 100 | 5+820.94 | 5+855.36 | 0.50 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 44 | D | 20 | 5+976.69 | 6+005.43 | 1.90 | 8.8 | 22.0 | 30.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 45 | D | 100 | 6+080.96 | 6+113.55 | 0.50 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 46 | I | 80 | 6+132.84 | 6+172.14 | 0.60 | 3.6 | ✓ | 17.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 47 | I | 25 | 6+319.77 | 6+361.91 | 1.50 | 8.0 | ✓ | 28.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 48 | I | 225 | 6+538.52 | 6+570.35 | 0.30 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 49 | D | 50 | 6+615.06 | 6+671.45 | 0.90 | 5.2 | ✓ | 21.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 50 | I | 80 | 6+716.80 | 6+847.30 | 0.60 | 3.6 | ✓ | 17.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 51 | D | 100 | 6+933.14 | 7+063.08 | 0.50 | 3.0 | ✓ | 15.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 52 | D | 80 | 7+298.12 | 7+413.01 | 0.60 | 3.6 | ✓ | 17.0 |
| 0.5 | 20 | PI: 53 | D | 100 | 7+465.39 | 7+490.95 | 0.50 | 3.0 | ✓ | 15.0 |

Fuente: Propia.

Las curvas verticales de tipo simétricas han sido utilizadas para la configuración del perfil longitudinal de la carretera, donde ha sido necesario encontrar las longitudes mínimas de curvas para condiciones de visibilidad de paso y adelantamiento, habiendo realizado el análisis en ambos sentidos de circulación, poniéndonos en cualquier escenario posible, teniendo en consideración si la curva es cóncava (crest) o convexa (sag), además de las limitaciones planteadas por el manual de diseño geométrico DG-2018. Los resultados se muestran en orden progresivo en la última columna del cuadro N° IV.11 y además son graficados en los planos mostrado en el anexo N° 13 (Planos)

Cuadro N° IV.11: Análisis del perfil de la carretera.

| DISEÑO DEL PERFIL LONGITUDINAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|-----------------------------|--|-----------------------------------|-------|---------|---------|----------|
| Pendiente Máxima = 10.00% | | | | ANÁLISIS HORIZONTAL | | | | | | | | | | | | | ANÁLISIS VERTICAL | | | | | |
| | | | | Distancia de visibilidad de parada Dp | | | | | | | | | | | | Distancia de visibilidad Da | Longitud Horizontal Mínima de Curva Vertical | | | | | |
| Datos Civil 3D | | | | Dp Analisis DE IDA | | | | | | Dp Analisis de RETORNO | | | | | | Dp E | Da E | Longitud mínima de curva vertical | | | | |
| V (km/h) | S1 | S2 | Curva | PIV | S1 | S2 | Dp S1 | Dp S2 | Dp ida | PIV | S1 | S2 | Dp S1 | Dp S2 | Dp ret. | Dp | Da | PIV | K | Convexa | Concava | Civil 3D |
| 30 | 2.63% | 8.27% | Sag | 1 | 2.63% | 8.27% | 31 | 30 | 31 | 1 | -2.63% | -8.27% | 32 | 35 | 35 | 35 | 110 | 1 | 4.63 | ..... | 30.00 | 40.00 |
| 30 | 8.27% | 1.99% | Crest | 2 | 8.27% | 1.99% | 30 | 31 | 31 | 2 | -8.27% | -1.99% | 35 | 32 | 35 | 35 | 110 | 2 | 12.93 | 85.00 | ..... | 95.00 |
| 30 | 1.99% | 8.61% | Sag | 3 | 1.99% | 8.61% | 31 | 30 | 31 | 3 | -1.99% | -8.61% | 32 | 35 | 35 | 35 | 110 | 3 | 4.99 | ..... | 35.00 | 40.00 |
| 30 | 8.61% | 3.66% | Crest | 4 | 8.61% | 3.66% | 30 | 31 | 31 | 4 | -8.61% | -3.66% | 35 | 33 | 35 | 35 | 110 | 4 | 16.04 | 65.00 | ..... | 70.00 |
| 30 | 3.66% | 8.34% | Sag | 5 | 3.66% | 8.34% | 31 | 30 | 31 | 5 | -3.66% | -8.34% | 33 | 35 | 35 | 35 | 110 | 5 | 50.85 | ..... | 30.00 | 60.00 |
| 30 | 8.34% | 2.02% | Crest | 6 | 8.34% | 2.02% | 30 | 31 | 31 | 6 | -8.34% | -2.02% | 35 | 32 | 35 | 35 | 110 | 6 | 88.24 | 85.00 | ..... | 100.00 |
| 30 | 2.02% | 8.71% | Sag | 7 | 2.02% | 8.71% | 31 | 30 | 31 | 7 | -2.02% | -8.71% | 32 | 35 | 35 | 35 | 110 | 7 | 12.96 | ..... | 35.00 | 80.00 |
| 30 | 8.71% | 0.33% | Crest | 8 | 8.71% | 0.33% | 30 | 31 | 31 | 8 | -8.71% | -0.33% | 35 | 32 | 35 | 35 | 110 | 8 | 6.25 | 110.00 | ..... | 120.00 |
| 30 | 0.33% | 8.87% | Sag | 9 | 0.33% | 8.87% | 31 | 29 | 31 | 9 | -0.33% | -8.87% | 32 | 35 | 35 | 35 | 110 | 9 | 30.30 | ..... | 45.00 | 60.00 |
| 30 | 8.87% | 2.38% | Crest | 10 | 8.87% | 2.38% | 29 | 31 | 31 | 10 | -8.87% | -2.38% | 35 | 32 | 35 | 35 | 110 | 10 | 12.80 | 85.00 | ..... | 90.00 |
| 30 | 2.38% | 8.13% | Sag | 11 | 2.38% | 8.13% | 31 | 30 | 31 | 11 | -2.38% | -8.13% | 32 | 35 | 35 | 35 | 110 | 11 | 6.44 | ..... | 30.00 | 100.00 |
| 30 | 8.13% | 1.56% | Crest | 12 | 8.13% | 1.56% | 30 | 31 | 31 | 12 | -8.13% | -1.56% | 35 | 32 | 35 | 35 | 110 | 12 | 7.44 | 85.00 | ..... | 100.00 |
| 30 | 1.56% | 8.19% | Sag | 13 | 1.56% | 8.19% | 31 | 30 | 31 | 13 | -1.56% | -8.19% | 32 | 35 | 35 | 35 | 110 | 13 | 8.44 | ..... | 35.00 | 100.00 |
| 30 | 8.19% | 4.05% | Crest | 14 | 8.19% | 4.05% | 30 | 31 | 31 | 14 | -8.19% | -4.05% | 35 | 33 | 35 | 35 | 110 | 14 | 9.44 | 55.00 | ..... | 100.00 |
| 30 | 4.05% | 7.77% | Sag | 15 | 4.05% | 7.77% | 31 | 30 | 31 | 15 | -4.05% | -7.77% | 33 | 35 | 35 | 35 | 110 | 15 | 10.44 | ..... | 30.00 | 60.00 |

Fuente: Propia.

El diseño geométrico transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal, obteniendo datos fundamentales para estimar las áreas y volúmenes a remover (Cárdenas 2007, 349).

Las medidas principales de las secciones transversales de la vía adaptadas a la carretera del presente proyecto comprenden un ancho mínimo de calzada de 4.00 m. con bombeo de 3% y ancho mínimo de berma de 0.50 m con bombeo de 4%, mostrados en el cuadro N° IV.13 y cuyas dimensiones se muestran en la figura N° IV.13.

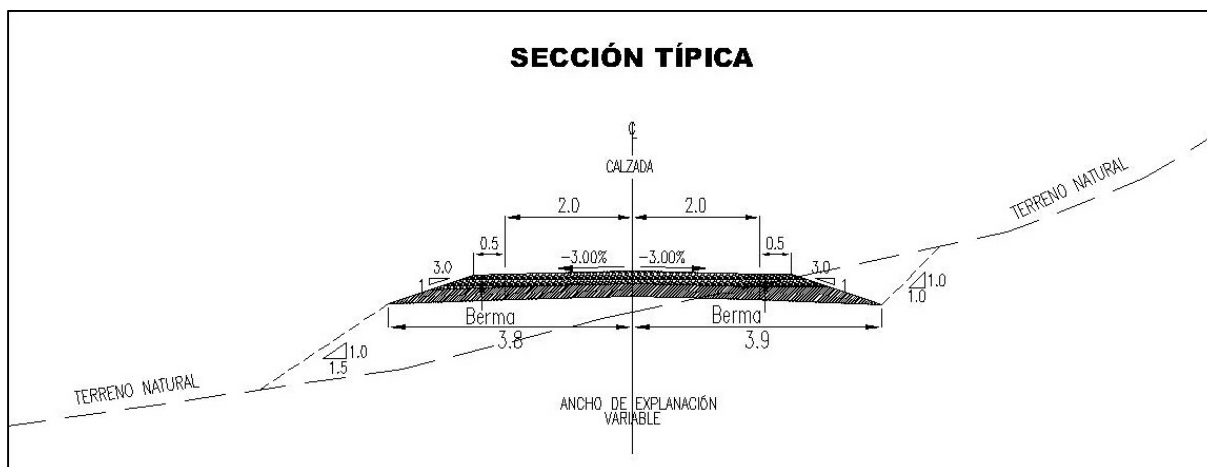
Cuadro N° IV.12: Anchos y pendientes mínimas en secciones transversales del camino.

| Anchos mínimos de calzada | | Ancho de bermas | |
|----------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
| 4.0 | | 0.5 | |
| Bombeo 2 | | Inclinación de bermas | |
| Precipitación > 500 mm/año | | Grava o afirmado | |
| Afirmado | | | |
| Bombeo normado en calzada | 3.0 - 4.0% | Bombeo normado en calzada | 4% - 6% |
| Bombeo Elegido en Calzada | 3.00% | Bombeo Elegido en calzada | 4.00% |

Fuente: Propia.

Dependiendo del terreno y topografía predomina una sección denominada sección típica que en la figura N° IV.13 se representa y en la cual se datan los taludes de corte y relleno recomendados por el manual de diseño geométrico DG-2018 (ver tablas 304.10 y 304.11), del cual tenemos un talud en corte de 1:1 (H:V) y de 1.5:1 (H:V) en taludes de relleno; cabe mencionar que estos valores dependen directamente del tipo y clasificación del suelo y de su ángulo de corte, factores que predicen su estabilidad. Mientras que el talud del lado interior de las cunetas es de 3:1 (H: V) según se indica en el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC para suelos y precipitaciones anuales correspondiente a la zona del proyecto obtenidos del estudio hidrológico (ver anexo N° 05).

Figura N° IV.14: Sección transversal típica de la carretera.



Fuente: Propia.

En el cuadro N° IV.13 en el que se han realizado las adecuaciones e interpretaciones necesarias para correlacionar los datos obtenidos del cálculo de peraltes y distancias de transición de peralte y desvanecimiento de bombeos con el software gráfico AutoCAD Civil 3D a lo largo del alineamiento principal de la vía proyectada.

Este análisis ha sido realizado para curvas en “S” y curvas en “O” según se indica el manual de carretera del MTC DG-2018, en el cual se hace una diferenciación clara cuando existe o no curva de transición, de no existir curva de transición es necesario que como mínimo el 70% de la transición del peralte sea realizada en el tramo en tangente, mientras que el tramo restante correspondería al tramo en curva circular; en cambio si existiera curva de transición, esta tomaría el 100% de la longitud de transición de peralte y en caso de restar una longitud para alcanzar el peralte requerido, ésta tomará el tramo en tangente.

El diseño geométrico concluye con los volúmenes de movimiento de tierras, para su cálculo se hizo necesario dibujar secciones transversales de la vía a distancias de 10 m en curvas circulares y curvas en espiral, y cada 20 metros en tramos en tangente, según sugieren los manuales del MTC (ver anexo N° 13: Planos).

Cuadro N° IV.13: Desvanecimiento de bombeo y transición de peraltes con y sin curva de transición.

| DESVANECIMIENTO DE BOMBEO Y TRANSICIÓN DE PERALTE CON CURVA DE TRANSICIÓN | | | Superelevation Region | Station | Description | Smoothering Curve Length | Left Outside Shoulder | Left Outside Lane | Left Inside Lane | Left Inside Shoulder | Right Outside Shoulder | Right Outside Lane | Right Inside Lane | Right Inside Shoulder |
|---|-------|----|-----------------------|----------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| | | | | 0+000.00 | Begin Alignment | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| PI N° | 18 | F | 18 | 1+612.14 | End Normal Shoulder | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Radio | 20 | A | 18 | 1+612.14 | End Normal Crown | 0 | -3.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| FA | 0.00 | B | 18 | 1+619.40 | Level Crown | 0 | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Peralte Inicial | -3% | C | 18 | 1+626.66 | Reverse Crown | 0 | 3.00% | 3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Peralte Final | 6.20% | G | 18 | 1+629.08 | Low Shoulder Match | 0 | 4.00% | 4.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -4.00% | 0.00% | 0.00% |
| Prop. de Peralte Curva | 0.0 | D | 18 | 1+634.40 | Begin Full Super | 0 | 6.20% | 6.20% | 0.00% | 0.00% | -6.20% | -6.20% | 0.00% | 0.00% |
| Proporción de (p) | 1.00 | D' | 18 | 1+673.59 | End Full Super | 0 | 6.20% | 6.20% | 0.00% | 0.00% | -6.20% | -6.20% | 0.00% | 0.00% |
| Bombeo Berma | -4% | G' | 18 | 1+678.91 | Low Shoulder Match | 0 | 4.00% | 4.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -4.00% | 0.00% | 0.00% |
| Ls Espiral | 22 | C' | 18 | 1+681.33 | Reverse Crown | 0 | 3.00% | 3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Aplanamiento N | 7.26 | B' | 18 | 1+688.59 | Level Crown | 0 | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Lt Peralte | 15.00 | A' | 18 | 1+695.85 | Begin Normal Crown | 0 | -3.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Sentido | D | F' | 18 | 1+695.85 | Begin Normal Shoulder | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| DESVANECIMIENTO DE BOMBEO Y TRANSICIÓN DE PERALTE SIN CURVA DE TRANSICIÓN | | | Superelevation Region | Station | Description | Smoothering Curve Length | Left Outside Shoulder | Left Outside Lane | Left Inside Lane | Left Inside Shoulder | Right Outside Shoulder | Right Outside Lane | Right Inside Lane | Right Inside Shoulder |
| | | | | 0+000.00 | Begin Alignment | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| PI N° | 21 | F | 21 | 2+178.09 | End Normal Shoulder | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Radio | 25 | A | 21 | 2+178.09 | End Normal Crown | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -3.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| FA | 0.00 | B | 21 | 2+188.59 | Level Crown | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Peralte Inicial | -3% | C | 21 | 2+199.09 | Reverse Crown | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | 3.00% | 3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Peralte Final | 8.00% | G | 21 | 2+202.59 | Low Shoulder Match | 0 | -4.00% | -4.00% | 0.00% | 0.00% | 4.00% | 4.00% | 0.00% | 0.00% |
| Prop. de Peralte Curva | 0.3 | D | 21 | 2+216.59 | Begin Full Super | 0 | -8.00% | -8.00% | 0.00% | 0.00% | 8.00% | 8.00% | 0.00% | 0.00% |
| Proporción de (p) | 0.70 | D' | 21 | 2+245.32 | End Full Super | 0 | -8.00% | -8.00% | 0.00% | 0.00% | 8.00% | 8.00% | 0.00% | 0.00% |
| Bombeo Berma | -4% | G' | 21 | 2+259.32 | Low Shoulder Match | 0 | -4.00% | -4.00% | 0.00% | 0.00% | 4.00% | 4.00% | 0.00% | 0.00% |
| Ls Espiral | - | C' | 21 | 2+262.82 | Reverse Crown | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | 3.00% | 3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Aplanamiento N | 10.50 | B' | 21 | 2+273.32 | Level Crown | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Lt Peralte | 28.00 | A' | 21 | 2+283.82 | Begin Normal Crown | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -3.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |
| Sentido | I | F' | 21 | 2+283.82 | Begin Normal Shoulder | 0 | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% | -4.00% | -3.00% | 0.00% | 0.00% |

Fuente: Propia

4.3.2. Elección de la superficie de rodadura y diseño de la estructura del pavimento

4.3.2.1. Clasificación del número de ejes equivalentes en el periodo de diseño

El número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 ton, en el periodo de diseño estimado en 10 años se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados; sin embargo, en el tramo homogéneo estimado para el análisis se existe una circulación diaria de vehículos pesados del tipo C2, vehículo con el cual se efectuará el presente análisis.

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2tn}} = \Sigma [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$$

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2Tn}} = \Sigma (70.93 \times 11.73 \times 365)$$

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2Tn}} = 303,723 \text{ EE}$$

Cuadro N° IV.14: Calidad de Subrasante.

| Parámetros | Descripción |
|--------------------------------|--|
| Nrep de EE 8.2t | Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn |
| EE_{dia-carril} | <p>EE_{dia-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE_{dia-carril} = IMDp_i \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$ <p>donde:</p> <p>IMD_{p_i}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1</p> <p>Fvp_i: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp: Factor de Presión de neumáticos,</p> |
| Fca | Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2) |
| 365 | Números de días del año |
| Σ | Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año. |

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

$$EE_{\text{día-carril}} = IMDp_i \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$$

Donde:


$$IMDp_i = 20 \text{ veh.}$$

$$Fd = 1$$

$$Fc = 1$$

$$Fvp_i = FC = 3.477, \text{ ver Cuadro siguiente:}$$

Cuadro N° IV.15: Factor de equivalencia por eje y factor vehículo camión.

| Configuración Vehicular | Descripción Gráfica de los Vehículos | | | | | | | | Long. Máxima (m) |
|----------------------------------|---|-------------------------|----|----|----|----|----|----|------------------------|
| C2 |  | | | | | | | | 12.30 |
| | $EE_{E1} = [P / 6.6]^4$ | $EE_{E2} = [P / 8.2]^4$ | | | | | | | |
| Ejes | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | |
| Carga Según Censo de Carga (Ton) | 7 | 10 | | | | | | | |
| Tipo de Eje | Eje Simple | Eje Simple | | | | | | | |
| Tipo de Rueda | Rueda Simple | Rueda Doble | | | | | | | Total Factor Camión C2 |
| Peso | 7 | 10 | | | | | | | |
| Factor E.E. | 1.265 | 2.212 | | | | | | | 3.477 |

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

$$Fp_i = 1.36$$

$$EE_{\text{día-carril}} = 44.88;$$

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde: r = Tasa de crecimiento, y n = Periodo de diseño.

$$r = 3.50\%$$

$$n = 10 \text{ años}$$

$$Fca = \frac{(1+0.035)^{10}-1}{0.035} = 11.73$$

4.3.2.2. Clasificación de número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño

El tránsito para diseño de pavimentos, en el presente Manual, ha sido clasificado en rangos de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes, tal como se indica el Manual del MTC se determina los siguientes rangos en número de repeticiones de ejes equivalentes, para el carril y periodo de diseño; que para CAMINOS NO PAVIMENTADOS, Los Caminos No Pavimentados con Afirmado (revestimiento granular) tendrán un rango de aplicación de Número de Repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño de hasta 300,000 EE, de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro N° IV.16: Factor de equivalencia por eje y factor vehículo camión.

| Tipos Tráfico Pesado expresado en EE | Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE |
|---|---|
| T_{NP1} | $\leq 25,000$ EE |
| T_{NP2} | $> 25,000$ EE $\leq 75,000$ EE |
| T_{NP3} | $> 75,000$ EE $\leq 150,000$ EE |
| T_{NP4} | $> 150,000$ EE $\leq 300,000$ EE |

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos.

Por consiguiente, la categoría designada al tráfico expresado en Ejes Equivalentes es la perteneciente a T_{NP4} , por encontrarse en el rango de **150,000 EE y 300,000 EE**.

4.3.2.3. Metodología de diseño y secciones de afirmado

a. Metodología de diseño

La capa de rodadura está compuesta por material de afirmado en su totalidad, entendiéndose esta como una capa de material granular destinada a soportar cargas de tránsito.

La metodología empleada por el MTC permite diseñar de manera técnica y rápida el espesor de una capa de afirmado, teniendo en cuenta la resistencia de la subrasante y el tránsito estimado para un periodo de diseño.

En el funcionamiento estructural de las capas de revestimiento granular influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de vehículos pesados durante el periodo de diseño, expresados en ejes equivalentes (EE); y, los materiales granulares cuyas propiedades mecánicas y comportamiento son conocidos y están considerados en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras vigente; también forman parte de las estabilizaciones y mejoramientos de suelos de la subrasante o el tratamiento de las capas de revestimiento granular.

Esta metodología establece el espesor del diseño en función de las características de la subrasante y nivel de tránsito.

b. Secciones de capas de afirmado

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10}(\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Espesor De Pavimento Según AUSTROADS y sin considerar la estabilización del suelo de la subrasante con 3.90 % de CBR y número de repeticiones de ejes equivalentes de 303,723 EE.

CBR = 3.90 %

Nrep = 303,723.00

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10}(\text{Nrep}/120)$$

e = 400 mm

Cuando la subrasante tiene 6.40 % de CBR y número de repeticiones de ejes equivalentes de 303,723 EE.

CBR = 6.40 %

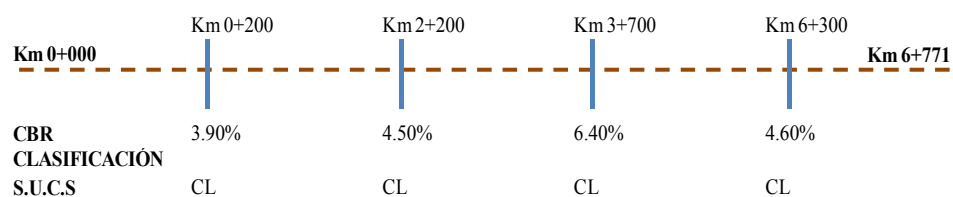
Nrep = 303,723.00

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10}(\text{Nrep}/120)$$

e = 300 mm

Sin embargo, los estudios de suelos muestran capacidades de soporte menores al mínimo requerido (6%). Las capacidades de soporte del suelo en el alineamiento varían entre 3.9 % y 6.4 % como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura N° IV.15: CBRs en el alineamiento.



Fuente: Propia

Por lo tanto, se optó por una estabilización de suelos con cal, debido a la mayor accesibilidad y facilidad de transporte de este material respecto al material de cantera localizado en la parte más alta de la zona del proyecto, y por presentar mejores resultados en terrenos arcillosos clasificados como CL según la clasificación S.U.C.S (Sistema Unificado de Conservación de Suelos). (Manual de Suelos Geología Geotecnia y Pavimentos, 2014), logrando de esta manera elevar las capacidades de soporte del suelo existente en el alineamiento del proyecto.

A este respecto se ha realizado dos ensayos de CBR con un contenido en peso de cal de 2% y 3%, siguiendo las sugerencias del MTC para suelos arcillosos usados como capa inferior, obteniendo valores de soporte de 8% y 13.9% respectivamente; por lo que se optó por el uso de cal en un 3%; esto se mantendrá a lo largo de toda la carretera para uniformizar el diseño tomando en consideración que los valores de C.B.R.s existentes son similares.

En base a los resultados seleccionados se realizó el diseño del espesor de reemplazo en función del valor de soporte o resistencia del suelo se ha recurrido a las tablas y ábacos de la AASHTO para calcular los números estructurales de suelo existente y la diferencia algebraica de los números estructurales y de la misma fuente se obtuvieron el coeficiente estructurales y el coeficiente de drenaje del material a colocar; y finalmente se ha reemplazado los datos obtenidos en la expresión siguiente, formulada por el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC:

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Donde:

| | |
|---------------|--|
| ΔSN = | Diferencia algebraica de números estructurales |
| a_i = | Coeficiente estructural del material a colocar /cm |
| m_i = | Coeficiente de drenaje del material a colocar |
| E = | Espesor de reemplazo en cm |
| ΔSN = | 0.80 |
| a_i = | 0.05 cm |
| m_i = | 1.00 |
| E = | 16.00 cm |
| $E \approx$ | 20.00 cm |

Con el CBR del suelo estabilizado (13.9%) se procedió al cálculo del espesor de la capa de afirmado:

Datos:

CBR = 13.90 %

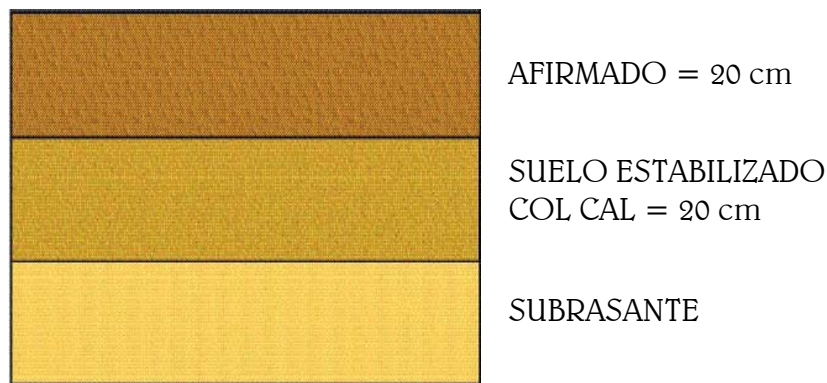
Nrep = 303,723.00

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10}(Nrep/120)$$

$e = 182$ mm

$e \approx 200$ mm

Así se definió la estructura de la carretera como se muestra en la figura siguiente:



En donde la capa inferior representa a la subrasante, la capa siguiente estará estabilizada con cal en un 3% en peso y tendrá un espesor de 200mm, y la capa superior que servirá como superficie de rodadura tendrá un espesor de 200mm.

c. Materiales de afirmado

El material de la cantera examinada para el proyecto presenta un alto porcentaje de C.B.R (80%), con el cual se realizará la capa de afirmado. La granulometría, índice de plasticidad y límite líquido del material de cantera encaja en los valores de una gradación tipo D, según el manual AASHTO M147. Por lo que se tiene un material de afirmado de cantera de buena calidad en estado natural y sin la necesidad de preparativos adicionales que encarecen el proyecto; por lo mismo ha sido utilizado como la capa superior en el diseño de la estructura del pavimento.

d. Ensayo de capacidad de soporte del suelo estabilizado con cal al tres por ciento (3%)

Se ha realizado ensayos de C.B.R en el laboratorio para la estabilización del suelo de la subrasante natural, usando la cal como aditivo estabilizante según recomienda el M.T.C para suelos arcillosos tanto para controlar la expansión como para mejorar sus propiedades mecánicas, siendo un factor determinante además el económico, ya que se utilizará el suelo existente adicionado con cal como una capa mejorada y el espesor de capas del pavimento se reducen en un 50%, al pasar de 400mm requeridos inicialmente a 200mm de capa de afirmado. Los resultados del C.B.R empleado en el diseño se muestran a continuación.

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS

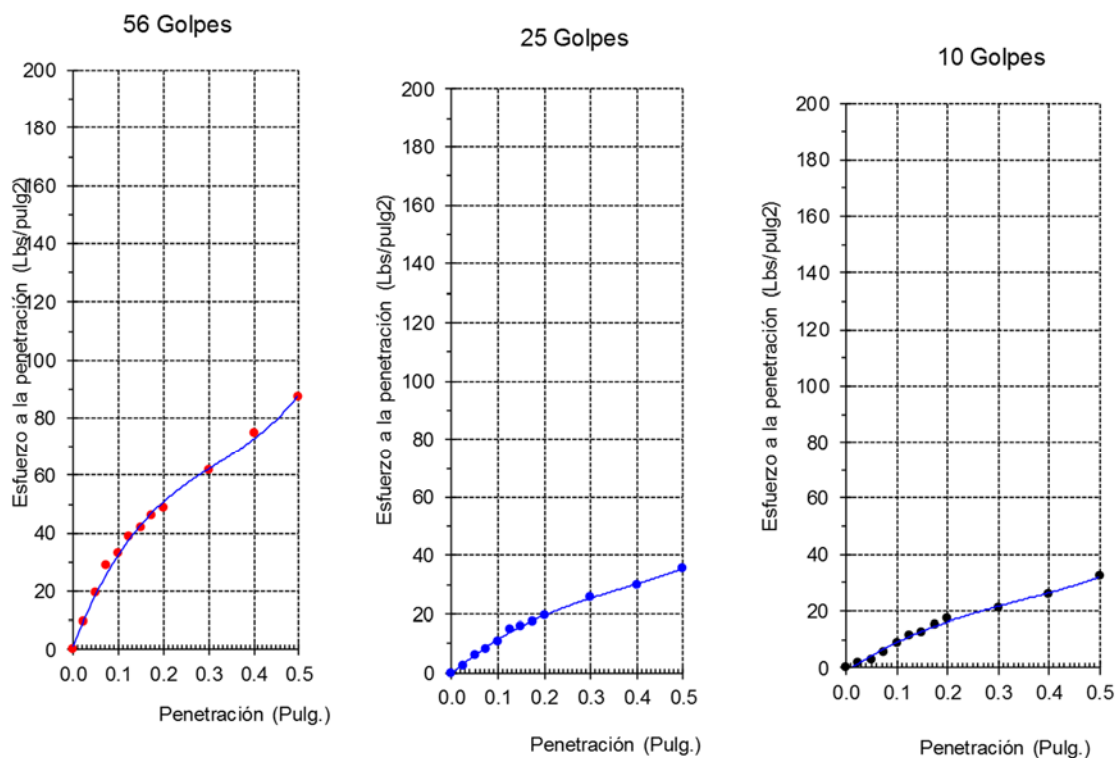
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO
Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos
compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 1,00 a 1,50 m
Calicata : C-4

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Máxima densidad seca | 1.861 g/cm ³ |
| Óptimo contenido de humedad | 13.6 % |

| Espécimen | Número de golpes por capa | CBR (%) | Densidad seca (g/cm3) | Expansión (%) | CBR a la penetración (Pulg) | % de MDS | CBR (%) |
|-----------|---------------------------|---------|-----------------------|---------------|-----------------------------|----------|---------|
| 01 | 56 | 3.1 | 1.302 | 32.9 | 0.1" | 100 | 15.9 |
| 02 | 25 | 1.2 | 1.216 | 29.8 | 0.1" | 95 | 13.9 |
| 03 | 10 | 1.0 | 1.208 | 27.5 | 0.2" | 100 | 16.5 |
| | | | | | 0.2" | 95 | 15.1 |

Diagrama de Proctor

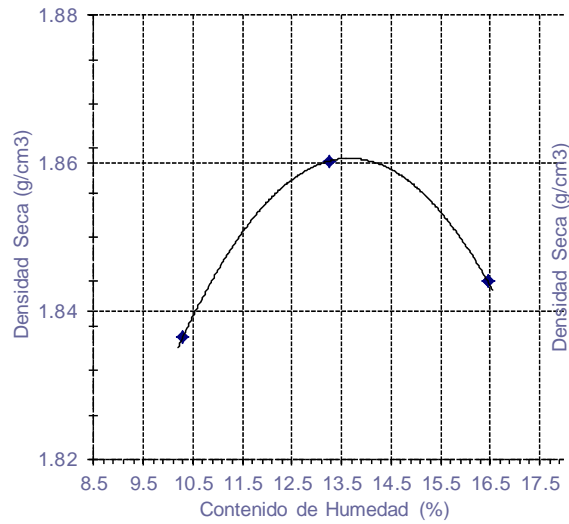
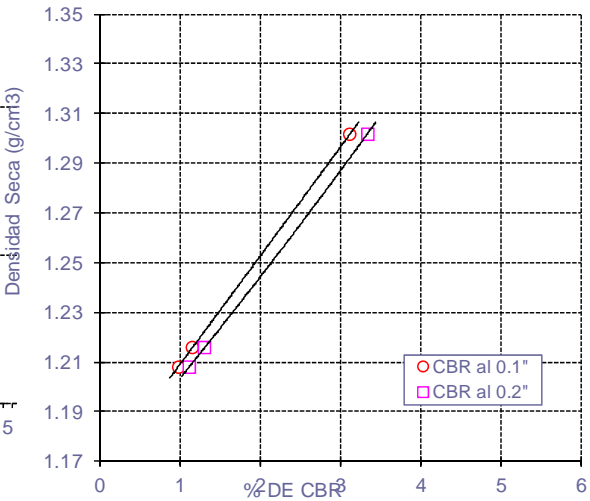


Diagrama de CBR vs Densidad



4.3.3. Diseño de alcantarillas

4.3.3.1. Diseño hidráulico de alcantarillas

Para el diseño hidráulico se hizo uso de la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- Q : Caudal (m³/s)
- V : Velocidad media del flujo (m/s)
- A : Área de la sección hidráulica (m²)
- P : Perímetro mojado (m)
- R : Radio hidráulico (m)
- S : Pendiente de fondo (m/m)
- n : Coeficiente de Manning

Si:

$$Q_{\text{liq.}} = 0.5 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{sól.}} = 1.00 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Según recomienda el MTC es por lo menos 2 veces mayor que el caudal líquido.

Por lo tanto, asumiendo un diámetro de 0.90 m, que es el mínimo recomendado por el MTC por la necesidad de limpieza y mantenimiento; y asumiendo el 25 % del diámetro como borde libre, se obtuvo:

| | | | |
|---------------------|---|-------|-------------------|
| $Q_{\text{diseño}}$ | = | 1.500 | m ³ /s |
| V | = | 2.905 | m/s |
| d_{tubo} | = | 0.900 | m |
| A | = | 0.512 | m ² |
| P | = | 1.885 | m |
| R | = | 0.272 | m |
| S | = | 0.030 | m/m |
| n | = | 0.025 | |

Ahora obtenemos al caudal máximo que es posible transportar por la tubería TMC de 0.90m de diámetro;

$$Q = VA$$

$$Q_{\text{adm}} = 1.49 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Obteniendo un caudal admisible mayor al caudal de diseño, damos la sección adoptada como suficiente y necesaria para el correcto funcionamiento del drenaje superficial. De la misma manera procedemos a diseñar todas las alcantarillas pertenecientes al proyecto mostradas en la tabla siguiente.

Tabla N° IV.9: Resumen General de la Capacidad de soporte del terreno de fundación.

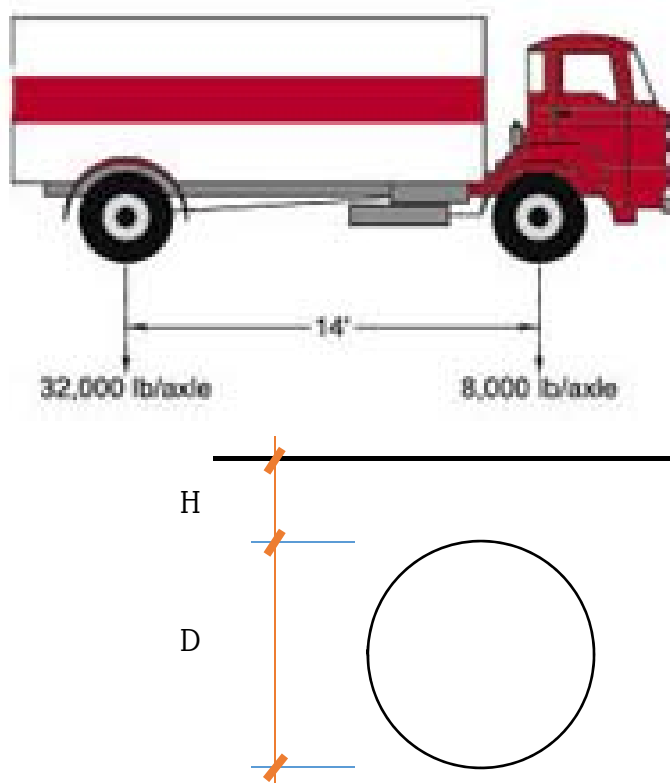
| ELEMENTO | CARRETERA | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Diámetro: d (m) | 1.20 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 1.20 | 0.90 | 1.20 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| Sección Mojada: A (m²) | 0.910 | 0.512 | 0.512 | 0.512 | 0.910 | 0.512 | 0.910 | 0.512 | 0.512 | 0.512 |
| Perímetro mojado: P (m) | 2.513 | 1.885 | 1.885 | 1.885 | 2.513 | 1.885 | 2.513 | 1.885 | 1.885 | 1.885 |
| Radio Hidráulico: Rh (m) | 0.36 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.36 | 0.27 | 0.36 | 0.27 | 0.27 | 0.27 |
| Pendiente: S (m/m) | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Coeficiente de rugosidad: n | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 |
| Caudal líquido: Q (m³/s) | 0.6 | 0.35 | 0.2 | 0.28 | 0.92 | 0.5 | 0.79 | 0.25 | 0.15 | 0.14 |
| Caudal sólido: Q (m³/s) | 1.2 | 0.7 | 0.4 | 0.56 | 1.84 | 1 | 1.58 | 0.5 | 0.3 | 0.28 |
| Caudal de diseño: (m³/s) | 1.8 | 1.05 | 0.6 | 0.84 | 2.76 | 1.5 | 2.37 | 0.75 | 0.45 | 0.42 |
| Velocidad de flujo: V (m/s) | 3.52 | 2.91 | 2.91 | 2.91 | 3.52 | 2.95 | 3.52 | 2.91 | 2.91 | 2.91 |
| Caudal admisible: Q (m³/s) | 3.20 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 3.20 | 1.51 | 3.20 | 1.49 | 1.49 | 1.49 |
| Q admisible > Q diseño | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok | ok |

Fuente: Propia.

4.3.3.2. Diseño mecánico de tubería metálica corrugada TMC

La normativa de diseño empleada para el cálculo estructural de la alcantarilla de tubería metálica corrugada ha sido el Handbook of steel Drainage & Highway Construction Products, manual reconocido por la AASHTO. A continuación, se muestra un gráfico donde se representa el camión que más se adapta al camión C2, que es el vehículo de diseño de la carretera y el tipo de camión que circulará frecuentemente por la vía proyectada.

Figura N° IV.16: Camión H20



Fuente: AASHTO 2017

Los parámetros utilizados expuestos a continuación fueron obtenidos de las especificaciones técnicas brindadas por los fabricantes de este tipo de tuberías:

| | | | | | |
|-------------------|--------------------|------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| $\gamma_r = 1.92$ | T/m ³ = | 19.2 | KN/m ³ | : Peso específico del relleno | KN/m ³ |
| S/C = 47.2 | KPa = | | | : S/C de diseño | H-20 |
| H = 0.60 | m = | | | : Altura de relleno | m |
| $f_b = 230$ | MPa = | 2300 | Kg/cm ² | : Esfuerzo de compresión final | MPa |
| K = 1.00 | = | | | : Factor de carga | |
| D = 36 | " = | 914 | mm | : Diámetro | mm |
| $h_{min} = 0.30$ | m = | | | : Altura mínima de relleno | m |

Presión de Diseño:

$$P_v = K(DL + LL)$$

$$P_v = (DL + LL), \text{ Cuando } H < S$$

$$\begin{aligned} DL &= 11.52 & \text{Kpa} \\ LL &= 47.20 & \text{Kpa} \\ P_v &= 58.72 & \text{Kpa} \end{aligned}$$

Fuerza de Compresión en el Anillo:

$$C = P_v \times \frac{\emptyset}{2}$$

$$C = 26.8 \quad \text{KN/m}$$

Tensión de Compresión Admisible:

$$f_c = \frac{f_b}{2}$$

$$f_c = 115 \quad \text{MPa}$$

Espesor de Pared:

$$A = \frac{C}{f_c}$$

$$\begin{aligned} A &= 0.23 & \text{mm}^2/\text{mm} \\ t &= 1.00 & \text{mm} & : & \text{Por Tablas} \\ \text{Corr.} &= 63 \times 13 & \text{mm} & = & 2 \frac{2}{3}'' \times 1 \frac{1}{2}'' & : & \text{Por Tablas} \\ A &= 0.83 & \text{mm}^2/\text{mm} & : & \text{Por Tablas} \end{aligned}$$

Verificación de la Rigidez:

$$FF = \frac{D^2}{E \times I} \leq 0.25$$

$$\begin{aligned} E &= 200 \times 10^3 & \text{MPa} & : & \text{Módulo de Elasticidad} \\ I &= 16.49 & \text{mm}^4/\text{mm} & : & \text{Por tablas} \\ FF &= 0.25 & \text{mm/N} & : & \text{Aceptable} \end{aligned}$$

Por lo tanto; la tubería elegida en el presente análisis es:

| | |
|--------|------|
| Tubo Ø | 36 " |
|--------|------|

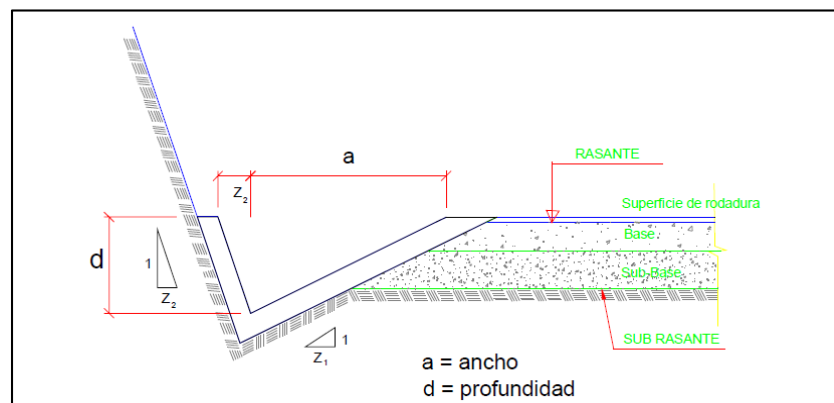
| | |
|-------------|---------------|
| Corrugación | 2 2/3" x 1/2" |
| Clase | 12 |

4.3.4. Diseño de cunetas

Las cunetas son zanjales longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos de agua superficial. (MTC 2014)

Las cunetas proyectadas de sección triangular por ser la que mayores facilidades presenta en su proceso constructivo y ser eficiente al drenar las aguas procedentes de los taludes como de la carretera. El material elegido es el concreto simple ya que, a pesar de presentar en la zona precipitaciones de solo 600 mm por año, estas se concentran en dos o tres meses del año, además las pendientes longitudinales del eje principal equivalente al de las cunetas generan altas velocidades de flujo del agua proveniente de lluvias, demandando así un alto nivel de funcionamiento. Por lo tanto, se eligió la elaboración de canales de concreto simple con un espesor de 0.075 m, una altura de 0.30 m y 0.75 m de ancho, como se aprecia a continuación.

Figura N° IV.17: Sección típica de cuneta de concreto simple.



Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos.

a = 0.75 m
d = 0.30 m

La inclinación del talud interno elegida es 1:3 (V/H), por brindar mayor seguridad, estando dentro de los límites establecidos por el M.T.C según la velocidad y volumen de diseño. Mientras que el talud exterior de la cuneta tendrá la misma inclinación que el talud de corte, variando sus valores entre 1:1 y 1:2 (V/H).

1. Capacidad de las cunetas:

Para el diseño hidráulico de las cunetas utilizaremos el principio de flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

$$Q = A \times V = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde:

| | |
|-----|------------------------------------|
| Q : | Caudal (m³/s) |
| V : | Velocidad media del flujo (m/s) |
| A : | Área de la sección hidráulica (m²) |
| P : | Perímetro mojado (m) |
| R : | Radio hidráulico (m) |
| S : | Pendiente de fondo (m/m) |
| n : | Coefficiente de Manning |

Diseñaremos la cuneta de mayor aporte calculado en el estudio hidrológico con un caudal de 0.10 m³/s y un tiempo de concentración de 2 minutos sobre terrenos de cultivo.

Primero calculamos el radio hidráulico mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{H \times \sqrt{13}}{10}$$

$$\begin{aligned} H &= 0.3 \text{ m} \\ R &= 0.108 \text{ m} \end{aligned}$$

Luego, calculamos la sección mojada;

$$A = \frac{13 \times H^2}{12}$$

$$A = 0.098 \text{ m}^2$$

Ahora calculamos el caudal al máximo de su capacidad mediante la fórmula de Manning, asumiendo una pendiente longitudinal de 10.43%:

$$\begin{aligned} S &= 0.104 \\ n &= 0.02 \end{aligned}$$

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

$$\begin{aligned} V &= 3.67 \text{ m/s} \\ Q &= 0.36 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Así obtenemos una velocidad admisible apropiada, y un caudal que supera por mucho margen al caudal de aporte calculado en el estudio hidrológico (0.10 m³/s); por lo tanto, podemos asumir la misma sección

como la sección de diseño de cuneta a lo largo de todo el alineamiento en los márgenes establecidos y necesarios.

Tabla N° IV.10: Resumen General de la Capacidad de soporte del terreno de fundación.

| COMPONENTES DE DISEÑO | RESULTADOS |
|------------------------------------|-------------------|
| Altura: H (m) | 0.30 |
| Radio Hidráulico: Rh (m) | 0.108 |
| Sección Mojada: A (m²) | 0.098 |
| Pendiente: S (m/m) | 0.1043 |
| Manning: n | 0.020 |
| Caudal de manning: Q (m³/s) | 0.357 |
| Caudal de aporte: Q (m³/s) | 0.100 |
| Q Manning > Q de aporte | ok |

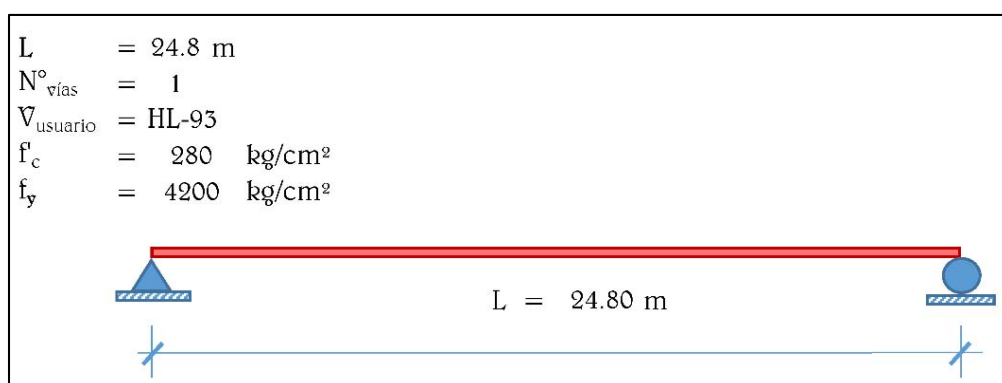
Fuente: Propia.

4.3.5. Diseño de puente

El análisis y diseño del puente Mamaruribamba Bajo genera una estructura de servicio de tránsito peatonal y vehicular capaz de trabajar eficientemente durante su vida útil, siendo puesta a prueba de todas las solicitaciones de carga exigidas por normas nacionales e internacionales. El puente Mamaruribamba Bajo es una estructura de concreto armado con tres vigas principales de 25.60m de longitud de sección transversal rectangular de 0.50×1.75 m, la losa maciza tiene una altura de 0.20m de peralte con barrera de impacto y peatonal. Mientras que en los elementos de apoyo tenemos una pantalla principal de 9.80m de altura variable con 1.20m en la base y 0.45m en la parte superior; las zapatas presentan un peralte de 1.20m y 7.10m de longitud en su sección transversal, con 2.25m en la punta y 3.75 en el talón; colocando finalmente un diente de concreto de $0.50 \times 0.50\text{m}^2$ de sección necesaria para controlar el deslizamiento en la base. A continuación, se presentan los resultados del diseño estructural del puente Mamaruribamba Bajo.

Información general del puente:

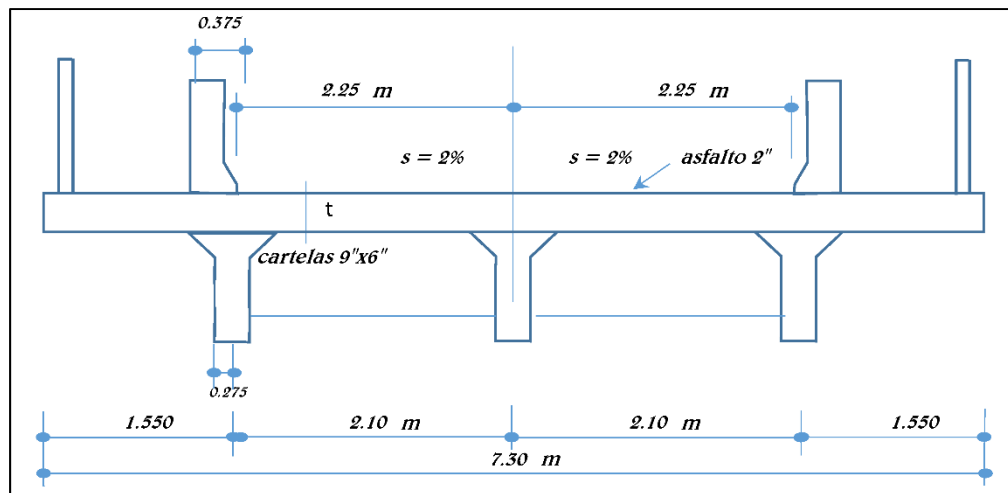
Figura N° IV.18: Información general del puente.



Fuente: Propia.

Se propone una sección transversal constituida por una losa apoyada sobre tres vigas, con 2.10 m de separación entre ejes y voladizos de 1.55 m y barreras de concreto con perfil tipo New Jersey con un área en su sección transversal de 2028.75 cm² (C.G a 0.13 m de la cara vertical).

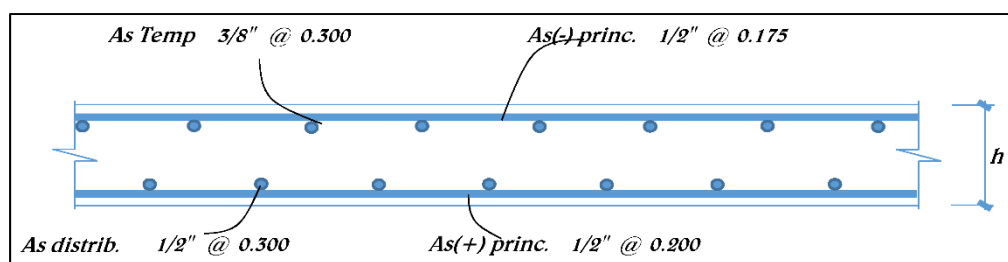
Figura N° IV.19: Sección transversal del puente.



Fuente: Propia.

En la losa interior se propone una altura de 0.20 m con la siguiente distribución de aceros de refuerzo.

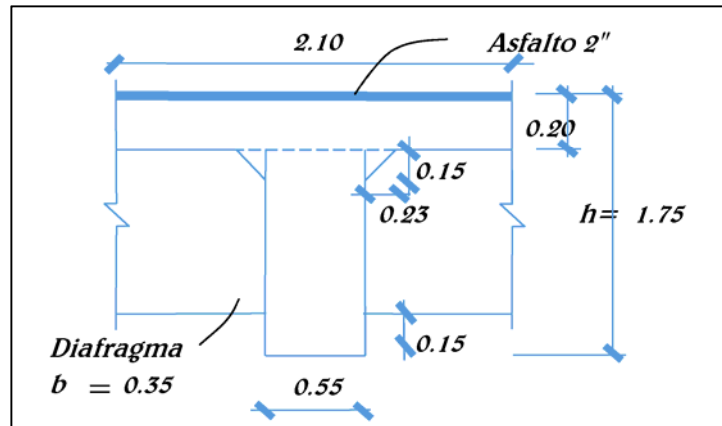
Figura N° IV.20: Configuración de la losa interior del puente.



Fuente: Propia.

Para el diseño estructural de la viga interior se consideraron una sección rectangular de 0.55 m. de ancho por 1.75 m. de alto, con ensanches en la unión con la losa del puente para mejorar su desempeño al esfuerzo cortante, y reducir los esfuerzos de flexión con esta reducción de la luz libre.

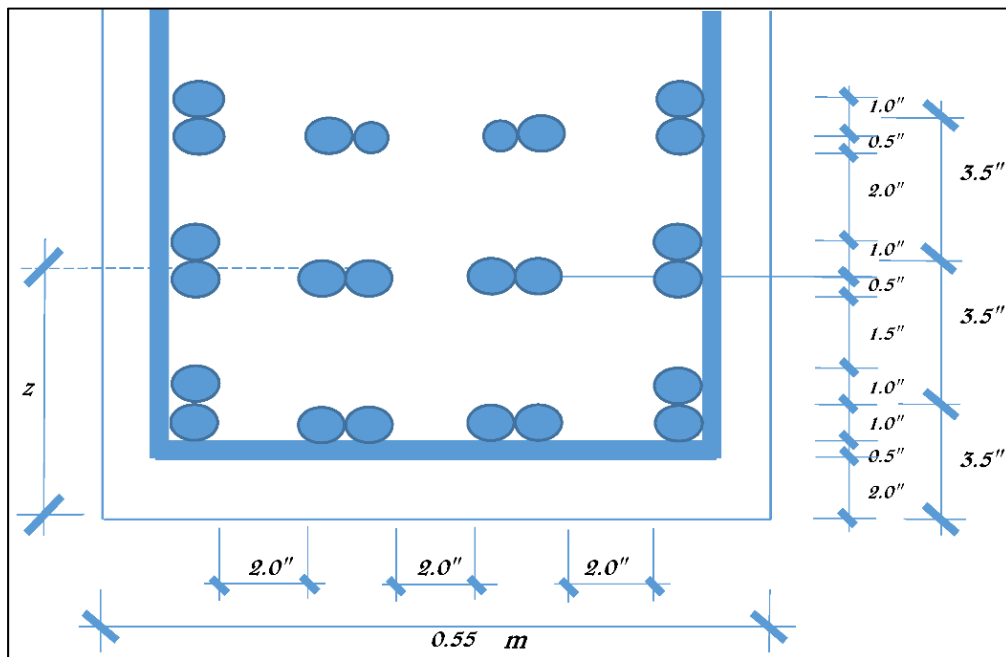
Figura N° IV.21: Sección de la viga interior del puente.



Fuente: Propia.

Utilizando varillas $A_s = 22 \text{ } \varnothing 1'' + 2 \text{ } \varnothing 5/8''$ con la distribución que se muestra, estribos $\varnothing 1/2''$ y recubrimiento $r = 5.00 \text{ cm}$.

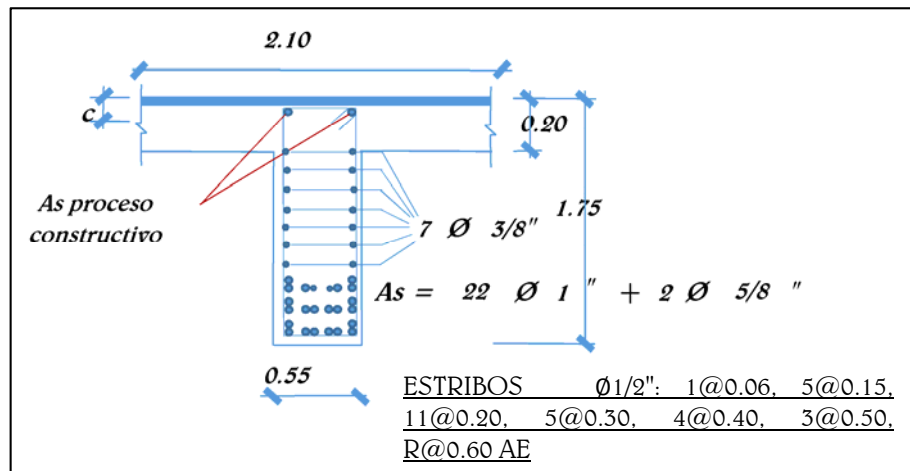
Figura N° IV.22: Refuerzo de la viga principal interior.



Fuente: Propia.

Obteniendo una configuración general de la viga interior, como se muestra en el gráfico siguiente, donde se aprecian los refuerzos del concreto en la sección crítica (centro de la luz principal), estos detalles reflejan en planos del puente Mamaruribamba Bajo organizados en el anexo N° 13.

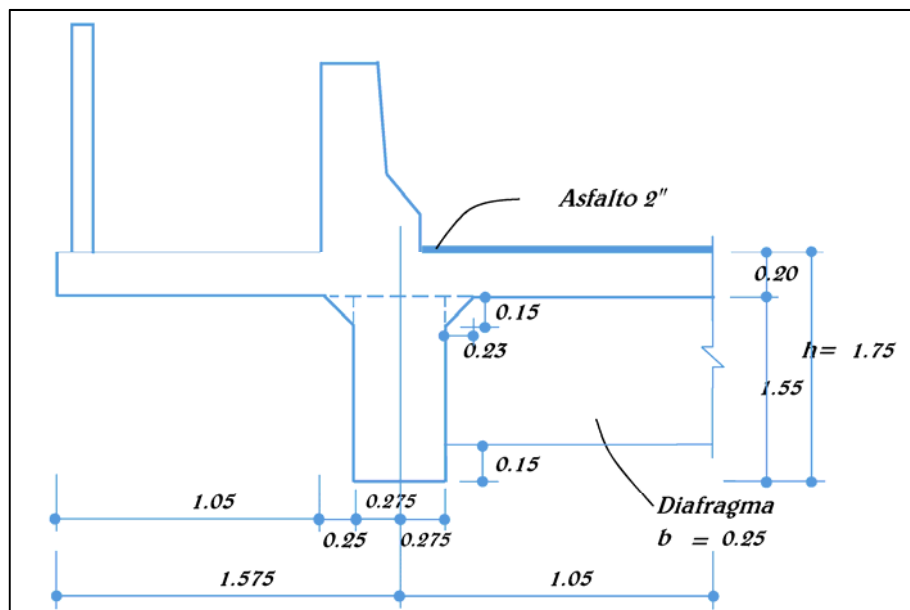
Figura N° IV.23: Refuerzo genral de la viga principal interior.



Fuente: Propia.

La viga principal exterior presenta una geometría rectangular con ensanche en la zona de contacto con la losa principal.

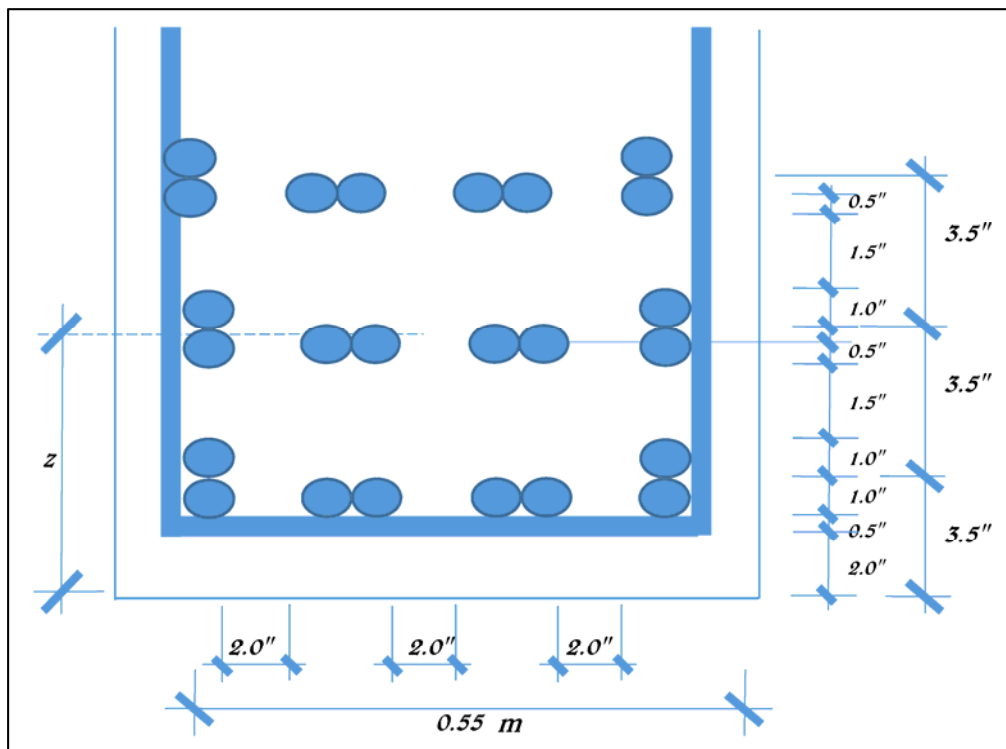
Figura N° IV.24: Sección de la viga principal exterior .



Fuente: Propia.

Utilizando varillas $As = 22 \text{ } \varnothing 1'' + 2 \text{ } \varnothing 3/4''$ con la distribución que se muestra, estribos $\varnothing 1/2''$ y recubrimiento $r = 5.00 \text{ cm}$.

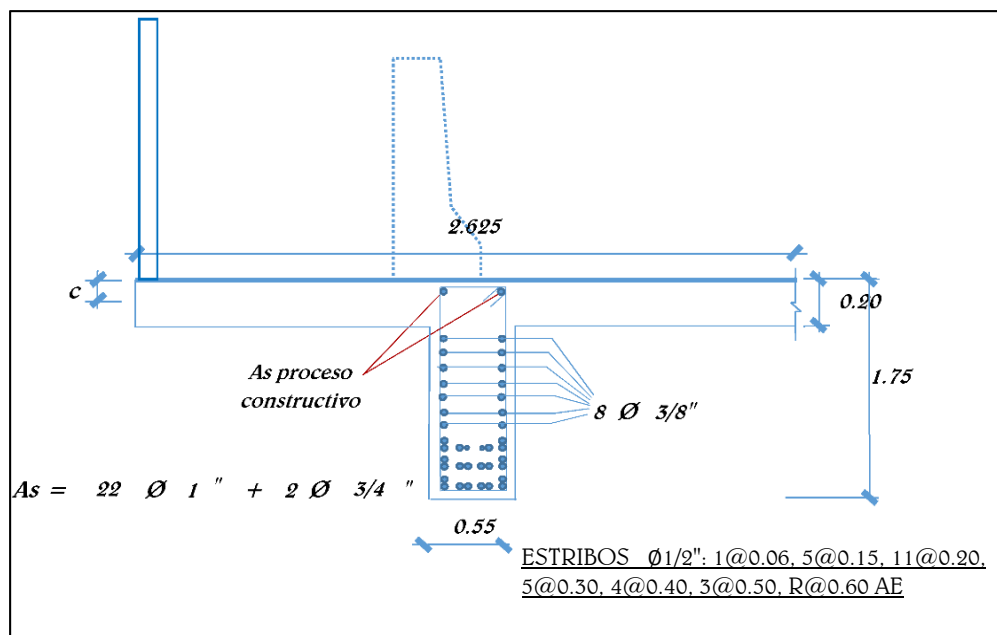
Figura N° IV.25: Refuerzo de la viga principal exterior.



Fuente: Propia.

Considerando los efectos de la fatiga, fisuración y temperatura, se encontró la configuración final de la viga exterior.

Figura N° IV.26: Refuerzo general de la viga principal exterior.

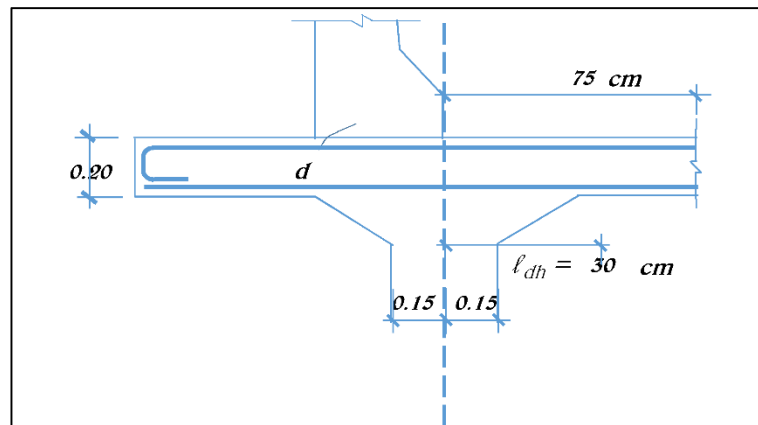


Fuente: Propia.

La losa exterior contempla el evento de colisión vehicular en las barreras de concreto, ejerciendo mayor demanda de esfuerzos en la zona de aceros negativos. Por lo tanto, para el diseño se consideró como refuerzo base, el acero negativo en la losa interior, al cual se adicionaron barras de refuerzo.

Es decir que adicional al acero negativo del primer tramo interior de losa $\varnothing 3/8'' @ 0.175$ se colocó 1 $\varnothing 3/8'' @ 0.175$ m. Estos tendrán una longitud de desarrollo de 0.75m desde el eje de la viga principal exterior.

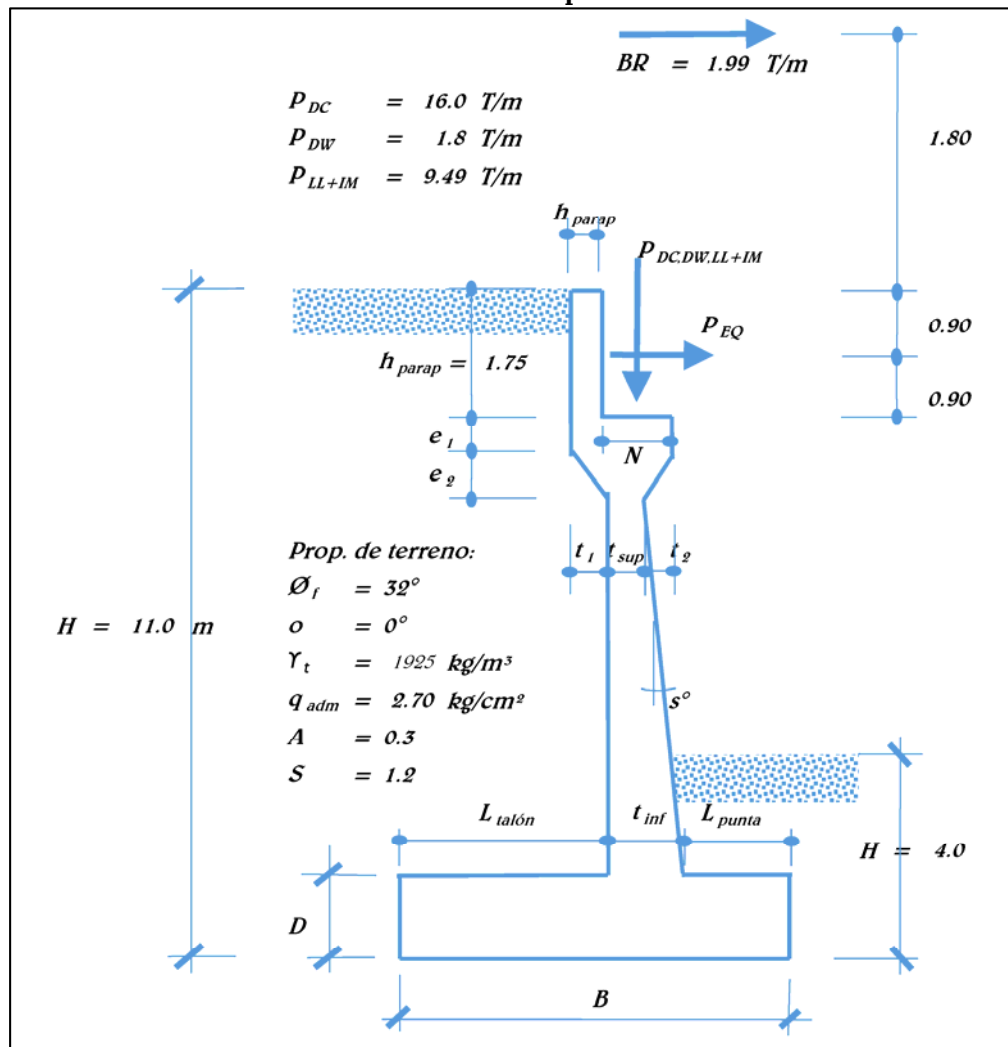
Figura N° IV.27: Refuerzo de la losa exterior del puente.



Fuente: Propia.

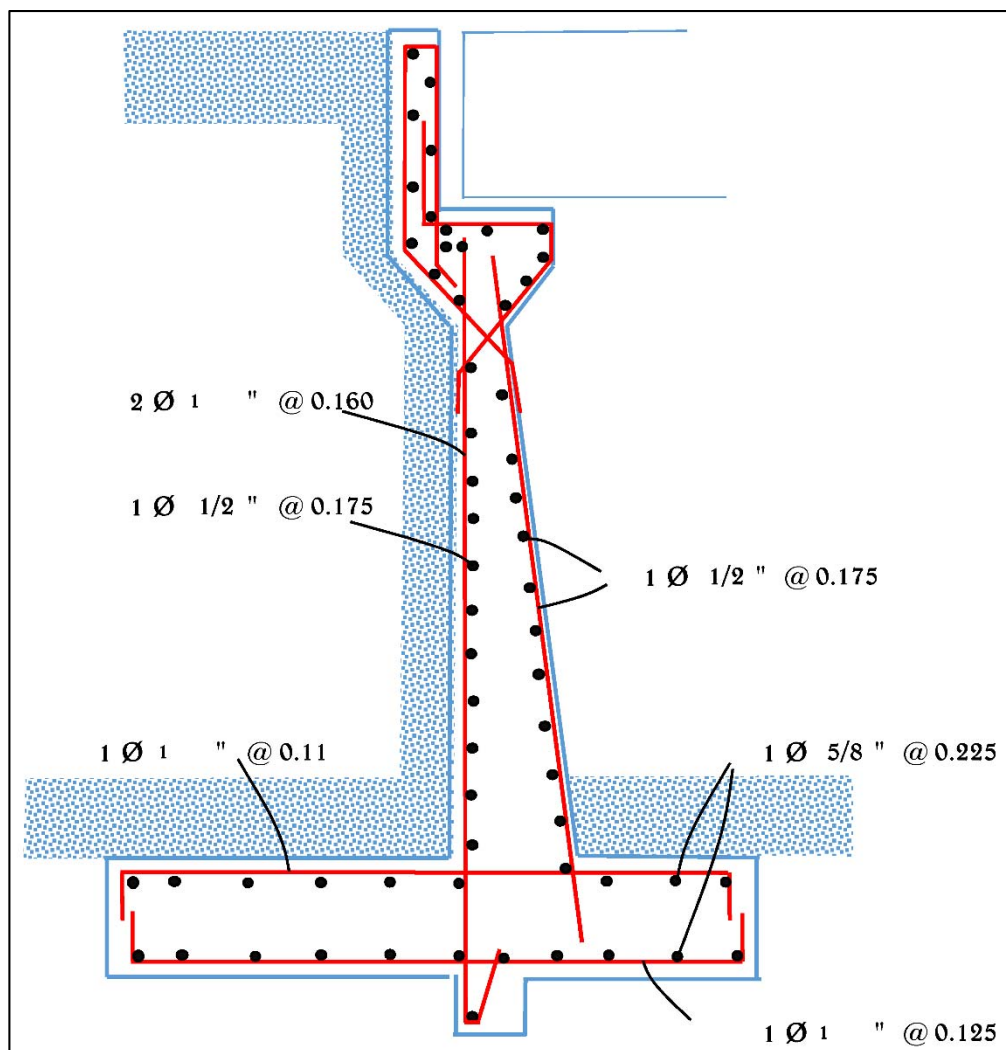
En los estribos del puente Mamaruribamba Bajo se elaboró una pantalla de sección transversal variable de 1.20 metros en la base a 0.45 metros en la parte superior. A fin de darle mayor rigidez a la pantalla del estribo se le colocaron aletas en forma de ∇ en ambos lados.

Figura N° IV.28: Cargas principales mostradas en la sección típica del estribo del puente.



Fuente: Propia.

Figura N° IV.29: Refuerzo del estribo del puente Mamaruribamba Bajo.



Fuente: Propia.

4.3.6. Presupuesto

El presupuesto de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán, en el distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca 2016, se ha realizado mediante el análisis de dos sub presupuestos mostrados en el siguiente cuadro.

Cuadro N° IV.17: Cuadro resumen del presupuesto total del proyecto de la carretera.

| | |
|--------------|--|
| Obra | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. |
| Localización | CAJAMARCA - CUTERVO - CUTERVO |
| Fecha Al | 12/11/2018 |

Presupuesto base

| | | |
|-----|--|----------------------|
| 001 | DISEÑO DE LA CARRETERA | 5,358,781.11 |
| 002 | DISEÑO DEL PUENTE | 2,098,908.61 |
| | (CD) S/. | 7,457,689.72 |
| | COSTO DIRECTO | 7,457,689.72 |
| | UTILIDAD (5% DEL CD) | 372,884.49 |
| | GASTOS GENERALES (10% DEL CD) | 745,768.97 |
| | | ===== |
| | SUB TOTAL | 8,576,343.18 |
| | IGV (18% DEL ST) | 1,543,741.77 |
| | | ===== |
| | VALOR REFERENCIAL | 10,120,084.95 |
| | SUPERVISION DE OBRA (4% DEL VR) | 404,803.40 |
| | | ===== |
| | PRESUPUESTO TOTAL | 10,524,888.35 |

Nota : Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son Fecha : 12/11/2018

Fuente: Propia

El presupuesto total requerido para la ejecución del proyecto asciende a S/.10'524,888.35 (diez millones quinientos veinticuatro mil ochocientos ochenta y ocho con 35/100 soles) y se detallan más al detalle mediante los cuadros N° IV.18 y N° IV.19, que contienen todas las partidas enumeradas e identadas con su respectivo precio unitario, seguido del Metrado total y del presupuesto por partida, finalmente la sumatoria de estas entregan el costo directo de la obra proyectada, en las filas subsiguientes se calculan la utilidad (5%) y gastos generales (10%), de estos tres últimos se obtiene el subtotal, valor a partir del cual se extrae el IGV (18%) y sumados estos dos tenemos el valor referencial de la obra; y finalmente se adiciona la supervisión de obra del 4% del valor referencial.

Cuadro N° IV.18: Presupuesto de la carretera.

Presupuesto

| | | | | |
|----------------|---------|---|----------|------------|
| Presupuesto | 1009011 | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | |
| Subpresupuesto | 001 | CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | |
| Cliente | | UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO | Costo al | 29/10/2017 |
| Lugar | | CAJAMARCA - CUTERVO - CUTERVO | | |

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------------|---|------|------------|------------|---------------------|
| 01 | DISEÑO DE CARRETERA | | | | 5,358,781.11 |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 28,352.52 |
| 01.01.01 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | Glb | 1.00 | 5,679.46 | 5,679.46 |
| 01.01.02 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN | km | 6.75 | 2,294.40 | 15,487.20 |
| 01.01.03 | ALQUILER DE PREDIOS PARA CAMPAMENTO Y ALMACEN | Glb | 1.00 | 3,000.00 | 3,000.00 |
| 01.01.04 | CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x7.20m-Inc. GIGANTOGRAFIA. | Glb | 2.00 | 2,092.93 | 4,185.86 |
| 01.02 | PAVIMENTOS | | | | 4,134,760.51 |
| 01.02.01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 3,882,755.86 |
| 01.02.01.01 | EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA | m3 | 429,874.51 | 6.32 | 2,716,806.90 |
| 01.02.01.02 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON MAQUINARIA | m3 | 10,457.65 | 5.27 | 55,111.82 |
| 01.02.01.03 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO A DME D<= 1 KM | m3 | 68,176.71 | 4.88 | 332,702.34 |
| 01.02.01.04 | MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE COMPACTADO(e=0.20 | m² | 33,157.55 | 7.23 | 239,729.09 |
| 01.02.01.05 | PERFILADO Y COMPAC. DE SUBRASANTE A MAQUINA | m² | 33,157.55 | 1.52 | 50,399.48 |
| 01.02.01.06 | ELIMINACION DE MATERIAL DE DESMONTE (REAL) | | | | 488,006.23 |
| 01.02.01.06.01 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCEDENTES Y ESCOMBROS A DME D<= 1 KM | m3 | 51,783.35 | 4.88 | 252,702.75 |
| 01.02.01.06.02 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCEDENTES D>1 HASTA 5 KM | m3 | 37,891.06 | 6.21 | 235,303.48 |
| 01.02.02 | AFIRMADOS | | | | 252,004.65 |
| 01.02.02.01 | EXTRACCION Y APILAMIENTO | m3 | 6,637.11 | 2.94 | 19,513.10 |
| 01.02.02.02 | CARGUIO | m3 | 6,637.11 | 1.67 | 11,083.97 |
| 01.02.02.03 | TRANSPORTE A LA OBRA | m3 | 6,637.11 | 8.53 | 56,614.55 |
| 01.02.02.04 | AFIRMADO GRANULAR COMPACTADO, e=0.20m | m² | 33,157.55 | 3.65 | 121,025.06 |
| 01.02.02.05 | PERFILADO Y COMPAC. DE CARPETA DE RODADURA A MAQUINA | m² | 33,157.55 | 1.32 | 43,767.97 |
| 01.03 | CUNETAS | | | | 885,504.02 |
| 01.03.01 | TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | m² | 12,426.94 | 1.78 | 22,119.95 |
| 01.03.02 | EXCAVACION DE ZANJAS HV=0.4 PARA SARDINEL | m3 | 2,330.05 | 41.61 | 96,953.38 |
| 01.03.03 | NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | m² | 13,610.46 | 3.94 | 53,625.21 |
| 01.03.04 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | 3,029.07 | 5.28 | 15,993.49 |
| 01.03.05 | CONCRETO Fc=175 KG/CM2 EN CANALETAS | m3 | 1,112.51 | 406.76 | 452,524.57 |
| 01.03.06 | JUNTA DE CONTRACCION ASFALTICA CON RC-250, E=1" | m | 4,535.60 | 53.86 | 244,287.42 |
| 01.04 | ALCANTARILLAS | | | | 111,104.68 |
| 01.04.01 | TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | m² | 216.30 | 1.78 | 385.01 |
| 01.04.02 | EXCAVACION DE TIERRA EN MATERIAL SATURADO | m3 | 744.59 | 5.72 | 4,259.05 |
| 01.04.03 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON MAQUINARIA | m3 | 92.32 | 5.27 | 486.53 |
| 01.04.04 | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR | m3 | 155.75 | 18.15 | 2,826.88 |
| 01.04.05 | NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | m² | 275.75 | 3.94 | 1,086.46 |
| 01.04.06 | EMBOQUILLADO CON PIEDRA MEDIANA E=0.20M, Fc=175 KG/CM2 | m² | 155.75 | 100.14 | 15,596.81 |
| 01.04.07 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS | m² | 260.31 | 49.81 | 12,966.04 |
| 01.04.08 | CONCRETO EN ALCANTARILLA Fc= 175 KG/CM2 | m3 | 72.69 | 472.32 | 34,332.94 |
| 01.04.09 | ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 EN ALCANTARILLAS | Kg | 1,765.25 | 5.28 | 9,320.52 |
| 01.04.10 | TUBERIA DE METAL CORRUGADO | | | | 29,844.46 |
| 01.04.10.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø=36" | m | 62.41 | 478.20 | 29,844.46 |
| 01.05 | SEÑALIZACIÓN | | | | 12,492.94 |
| 01.05.01 | SEÑALIZACION PREVENTIVAS (0.60m. x 0.60m.) | | | | 9,203.26 |
| 01.05.01.01 | FABRICACION DE SEÑALES PREVENTIVAS | Und | 22.00 | 224.15 | 4,931.30 |
| 01.05.01.02 | EXCAVACION Y COLOCACION DE SEÑALES PREVENTIVAS | Und | 22.00 | 194.18 | 4,271.96 |
| 01.05.02 | SEÑALES INFORMATIVAS Ø.45m. x 0.40m.) | | | | 1,908.90 |
| 01.05.02.01 | FABRICACION DE SEÑALES INFORMATIVAS | Und | 6.00 | 123.97 | 743.82 |
| 01.05.02.02 | EXCAVACION Y COLOCACION DE SEÑALES INFORMATIVAS | Und | 6.00 | 194.18 | 1,165.08 |
| 01.05.03 | POSTES KILOMÉTRICOS | | | | 1,380.78 |
| 01.05.03.01 | POSTES DE KILOMETRAJE | Und | 6.00 | 230.13 | 1,380.78 |
| 01.06 | CALIDAD EN OBRA | | | | 10,130.00 |
| 01.06.01 | ENSAYOS PARA CALIDAD EN OBRA | Glb | 1.00 | 10,130.00 | 10,130.00 |
| 01.07 | IMPACTO AMBIENTAL Y MONITOREO ARQUEOLOGICO | | | | 126,417.41 |
| 01.07.01 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | Glb | 1.00 | 70,450.00 | 70,450.00 |
| 01.07.02 | PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | Glb | 1.00 | 55,967.41 | 55,967.41 |

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------|--|------|---------|------------|---------------------|
| 01.08 | FLETE | | | | 50,019.03 |
| 01.08.01 | FLETE TERRESTRE CARRETERA | Gb | 1.00 | 50,019.03 | 50,019.03 |
| | COSTO DIRECTO | | | | 5,368,781.11 |
| | UTILIDAD (5% DEL CD) | | | | 267,939.06 |
| | GASTOS GENERALES (10% DEL CD) | | | | 535,878.11 |
| | | | | | ===== |
| | SUB TOTAL | | | | 6,162,598.28 |
| | IGV (18% DEL ST) | | | | 1,109,267.69 |
| | | | | | ===== |
| | VALOR REFERENCIAL | | | | 7,271,865.97 |
| | SUPERVISION DE OBRA (4% DEL VR) | | | | 290,874.64 |
| | | | | | ===== |
| | PRESUPUESTO TOTAL | | | | 7,562,740.61 |

SON : SIETE MILLONES QUINIENTOS SESENTIDOS MIL SETECIENTOS CUARENTA Y 61/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Propia

Cuadro N° IV.19: Presupuesto del puente Mamaruribamba Bajo.

| | | | |
|----------------|---|---|---------------------|
| Presupuesto | 1009011 | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | |
| Subpresupuesto | 002 | PUENTE MAMARURIBAMBA | |
| Cliente | UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO | | Costo al 29/10/2017 |
| Lugar | CAJAMARCA - CUTERVO - CUTERVO | | |

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------------|--|------|-----------|------------|---------------------|
| 01 | PUENTE @1 UNIDAD) | | | | 2,098,908.61 |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 3,313.49 |
| 01.01.01 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | Glb | 1.00 | 500.00 | 500.00 |
| 01.01.02 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN | km | 0.03 | 2,294.40 | 68.83 |
| 01.01.03 | CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANIA | Und | 1.00 | 2,744.66 | 2,744.66 |
| 01.02 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 55,683.04 |
| 01.02.01 | EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA | m3 | 2,753.87 | 6.32 | 17,404.46 |
| 01.02.02 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR PERMEABLE CON Ø=35° | m3 | 1,043.23 | 12.91 | 13,468.10 |
| 01.02.03 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO | m3 | 1,043.23 | 12.96 | 13,520.26 |
| 01.02.04 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | 2,138.30 | 5.28 | 11,290.22 |
| 01.03 | SUB ESTRUCTURA | | | | 1,231,295.28 |
| 01.03.01 | OBRAS DE CONCRETO SIMPLE | | | | 1,397.48 |
| 01.03.01.01 | SOLADO PARA ZAPATAS | m² | 25.04 | 55.81 | 1,397.48 |
| 01.03.02 | ESTRIBOS | | | | 1,229,897.80 |
| 01.03.02.01 | CONCRETO F'C=210 KG/CM² EN ESTRIBOS | m3 | 559.40 | 494.32 | 276,522.61 |
| 01.03.02.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESTRIBOS | m² | 737.05 | 1,000.00 | 737,050.00 |
| 01.03.02.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM² EN ESTRIBOS | Kg | 40,970.68 | 5.28 | 216,325.19 |
| 01.04 | SUPERESTRUCTURA | | | | 756,637.59 |
| 01.04.01 | VIGAS PRINCIPAL | | | | 571,794.55 |
| 01.04.01.01 | CONCRETO DE F'C=280 KG/CM² EN VIGAS PRINCIPAL | m3 | 83.13 | 554.08 | 46,060.67 |
| 01.04.01.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS PRINCIPAL | m² | 330.24 | 1,375.00 | 454,060.00 |
| 01.04.01.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM² EN VIGAS PRINCIPAL | Kg | 13,570.81 | 5.28 | 71,653.88 |
| 01.04.02 | VIGAS DIAFRAGMA | | | | 44,462.05 |
| 01.04.02.01 | CONCRETO F'C=280 KG/CM² EN VIGAS DIAFRAGMA | m3 | 2.91 | 554.08 | 1,612.37 |
| 01.04.02.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA | m² | 29.23 | 1,375.00 | 40,191.25 |
| 01.04.02.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM² EN VIGAS DIAFRAGMA | Kg | 503.49 | 5.28 | 2,658.43 |
| 01.04.03 | LOSA | | | | 140,380.99 |
| 01.04.03.01 | CONCRETO DE F'C=210 KG/CM² EN LOSA | m3 | 31.81 | 490.32 | 15,597.08 |
| 01.04.03.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA | m² | 72.04 | 1,375.00 | 99,055.00 |
| 01.04.03.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM² EN LOSA | Kg | 4,872.90 | 5.28 | 25,728.91 |
| 01.05 | OTROS | | | | 835.91 |
| 01.05.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS DE VEREDAS TIPO II | m | 51.20 | 14.89 | 762.37 |
| 01.05.02 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS DE DRENAJE | Glb | 1.00 | 73.54 | 73.54 |
| 01.06 | FLETE | | | | 51,143.30 |
| 01.06.01 | FLETE TERRESTRE PUENTE | Glb | 1.00 | 51,143.30 | 51,143.30 |
| | COSTO DIRECTO | | | | 2,098,908.61 |
| | UTILIDAD (6% DEL CD) | | | | 104,945.43 |
| | GASTOS GENERALES (10% DEL CD) | | | | 209,890.86 |
| | | | | | ===== |
| | SUB TOTAL | | | | 2,413,744.90 |
| | IGV (18% DEL ST) | | | | 434,474.08 |
| | | | | | ===== |
| | VALOR REFERENCIAL | | | | 2,848,218.98 |
| | SUPERVISION DE OBRA (4% DEL VR) | | | | 113,928.76 |
| | | | | | ===== |
| | PRESUPUESTO TOTAL | | | | 2,962,147.74 |

SON : DOS MILLONES NOVECIENTOS SESENTIDOS MIL CIENTO CUARENTISIETE Y 74/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Propia.

Se ha realizado un análisis detallado de las medidas y cantidades de cada partida antes de ser representadas en estos cuadros resumen, mayor información de los metrados han sido colocadas en el Anexo N° 08: metrados.

4.3.7. Fórmula polinómica

Se entiende por fórmula polinómica a la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto y está constituida por la sumatoria de términos, denominados monomios, que consideran la participación o incidencia de los principales recursos (mano de obra, materiales, equipos, gastos generales) dentro del costo o presupuesto total de la obra (Salinas 2003, 7).

Ahora bien, como se ha mencionado anteriormente, el proyecto ha sido dividido en dos partes por un lado la carretera y por otro el puente Mamaruribamba Bajo, por lo tanto, tenemos también dos fórmulas polinómicas representadas en los siguientes cuadros.

Cuadro N° IV.20: Fórmula polinómica de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán.

| | | |
|---|--------------|---|
| Presupuesto | 1009011 | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. |
| Subpresupuesto | 001 | CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN |
| Fecha Presupuesto | 29/10/2017 | |
| Moneda | NUEVOS SOLES | |
| Ubicación Geográfica | 060601 | CAJAMARCA - CUTERVO - CUTERVO |
| $K = 0.225^*(Mr / Mo) + 0.111^*(ACAr / ACAo) + 0.455^*(MMr / MMo) + 0.209^*(IDFr / IDFo)$ | | |

| Monomio | Factor | (%) | Símbolo | Índice | Descripción |
|---------|--------|---------|---------|--------|---|
| 1 | 0.225 | 100.000 | M | 47 | MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES |
| 2 | 0.111 | 4.505 | | 03 | ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO |
| | | 64.865 | ACA | 05 | AGREGADO GRUESO |
| | | 30.631 | | 21 | CEMENTO PORTLAND TIPO I |
| 3 | 0.455 | 99.780 | MM | 49 | MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO |
| | | 0.220 | | 43 | MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT. |
| 4 | 0.209 | 7.656 | | 29 | DOLAR |
| | | 4.306 | | 32 | FLETE TERRESTRE |
| | | 88.038 | IDF | 39 | INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR |

Fuente: Propia.

Cuadro N° IV.21: Fórmula polinómica de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán.

| | | |
|---|--------------|---|
| Presupuesto | 1009011 | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. |
| Subpresupuesto | 002 | PUENTE MAMARURIBAMBA |
| Fecha Presupuesto | 29/10/2017 | |
| Moneda | NUEVOS SOLES | |
| Ubicación Geográfica | 060601 | CAJAMARCA - CUTERVO - CUTERVO |
| $K = 0.060^*(Mr / Mo) + 0.634^*(AMr / AMo) + 0.118^*(CAMr / CAMo) + 0.188^*(IFDr / IFDo)$ | | |

| Monomio | Factor | (%) | Símbolo | Índice | Descripción |
|---------|--------|---------|---------|--------|---|
| 1 | 0.060 | 100.000 | M | 47 | MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES |
| 2 | 0.634 | 0.158 | | 43 | MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT. |
| | | 99.842 | AM | 03 | ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO |
| 3 | 0.118 | 36.441 | | 05 | AGREGADO GRUESO |
| | | 51.695 | CAM | 21 | CEMENTO PORTLAND TIPO I |
| | | 11.864 | | 49 | MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO |
| 4 | 0.188 | 1.596 | | 29 | DOLAR |
| | | 11.170 | | 32 | FLETE TERRESTRE |
| | | 87.234 | IFD | 39 | INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR |

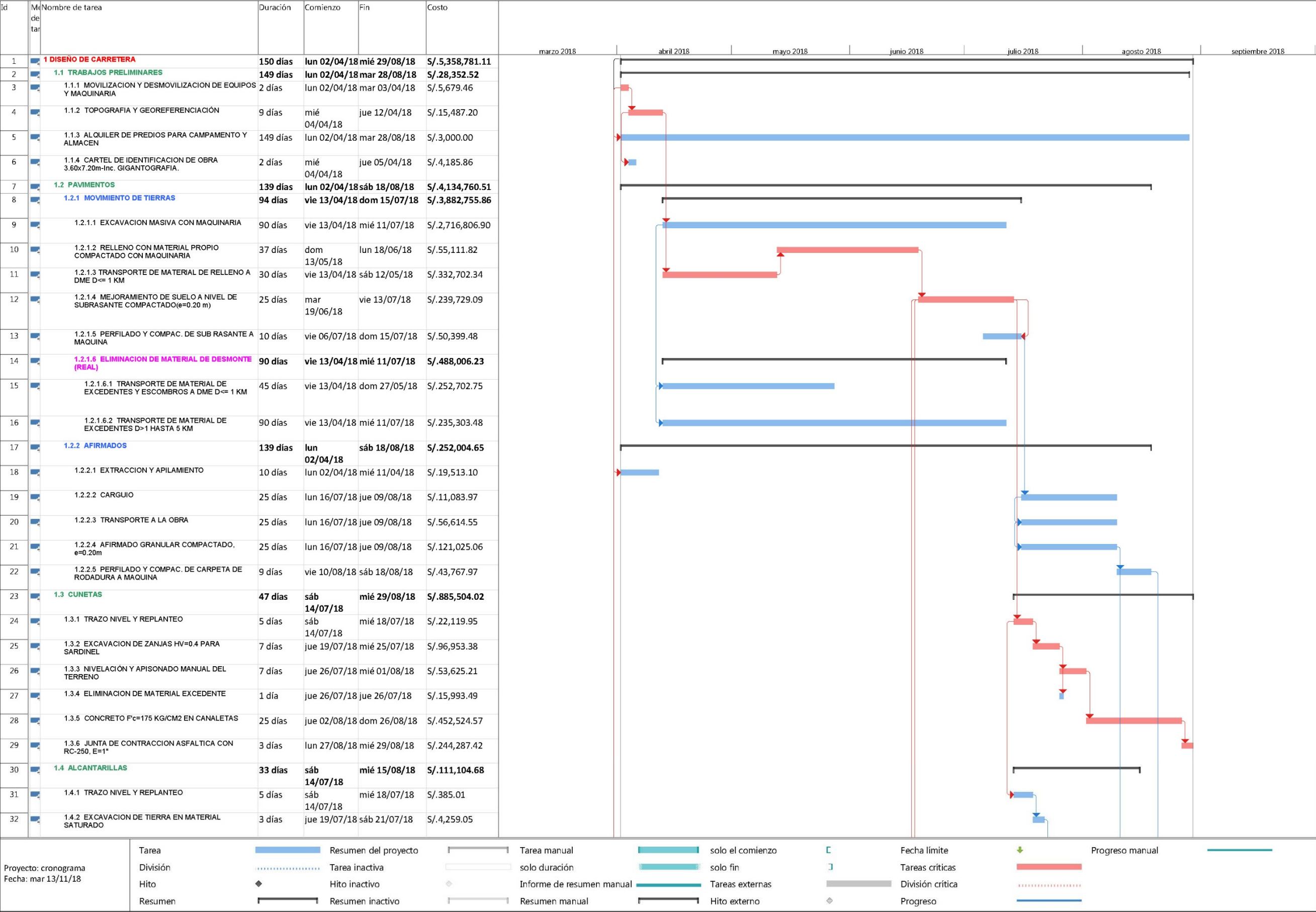
Fuente: Propia.

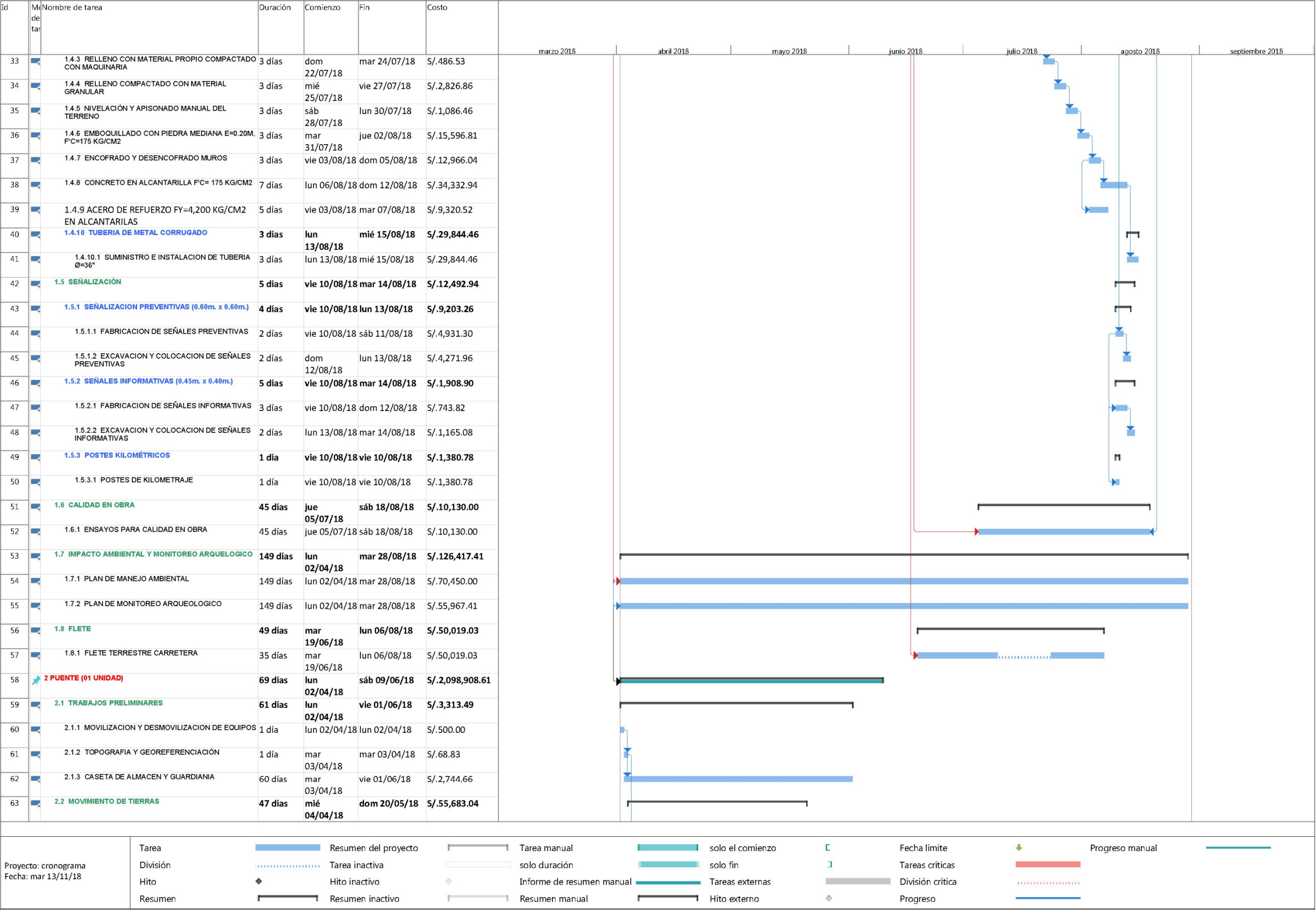
4.3.8. Cronogramas

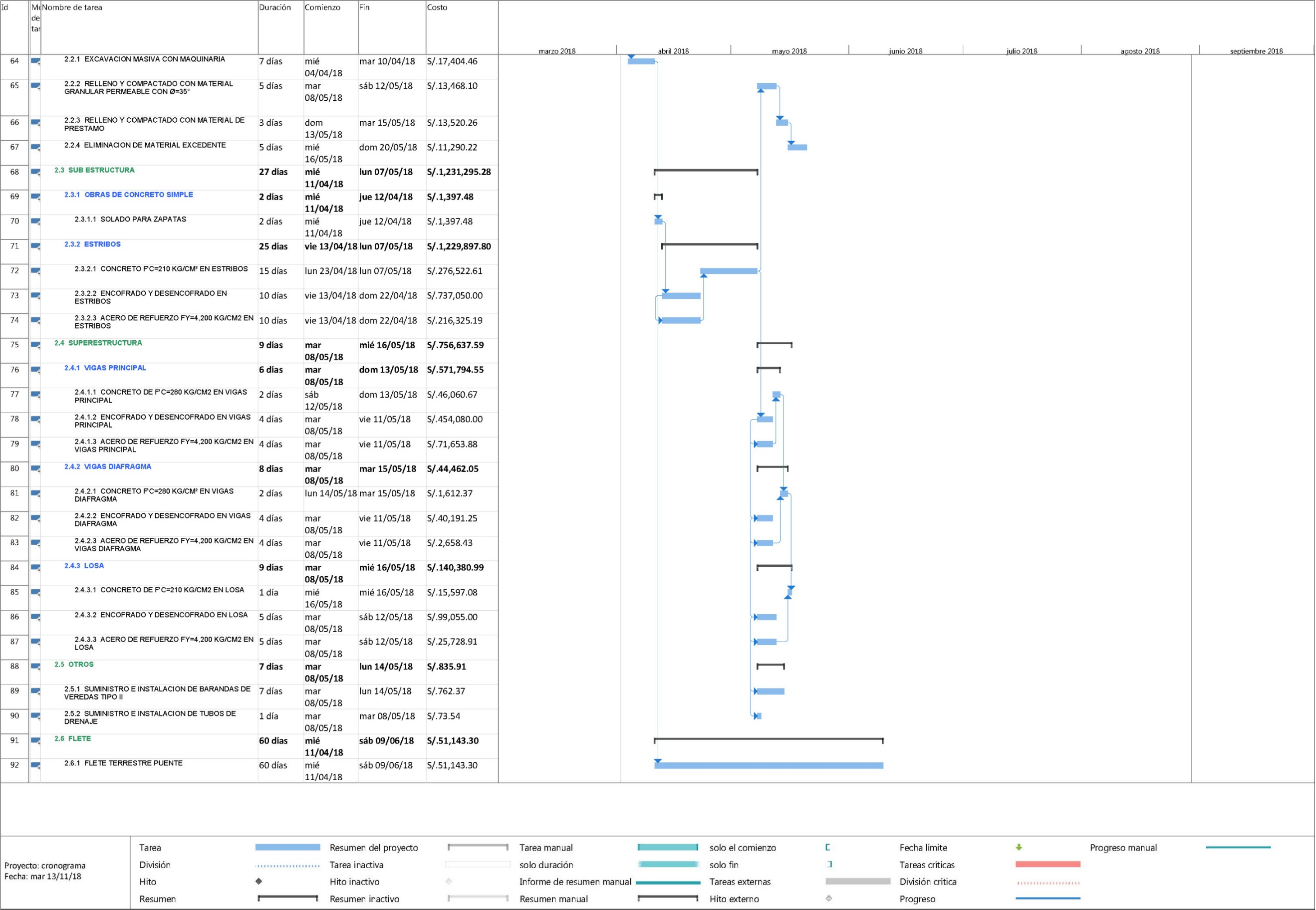
El plazo de ejecución estimado de la obra es de 150 días calendario como se indica en el cronograma de avance de obra tipo Gantt. Este plazo se determinó en base a las partidas y su duración estimada, además los meses indicados para su ejecución van a partir de abril hasta agosto por ser el periodo de verano en la sierra norte del país.

Según el cronograma de obra, la ruta crítica contempla las partidas; movilización y desmovilización de equipos y maquinarias, topografía y georeferenciación, transporte de material de relleno a $D \leq 1$ km, relleno con material propio compactado con maquinaria, mejoramiento de suelo a nivel de subrasante compactada ($e=0.2\text{m}$), construcción de cunetas, en paralelo con el plan de mitigación; por lo que en la ejecución del proyecto se deberá tener especial cuidado en cada una de estas actividades.

Cuadro N° IV.22: Diagrama de Gantt







Fuente: Propia

Cuadro N° IV.23: Cronograma valorizado de avance de obra

| CRONOGRAMA VALORIZADO DE OBRA | | | | | | | |
|---|--|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| PROYECTO : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARIURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN. DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | | | |
| LUGAR : RAMBRAN, CUTERVO - CAJAMARCA | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCION | COSTO DIRECTO | abril | mayo | junio | julio | agosto |
| 01 | DISEÑO DE CARRETERA | 5,358,781.11 | 961,178.89 | 1,356,767.04 | 1,164,224.67 | 916,577.79 | 960,032.80 |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | 28,352.59 | 25,936.41 | 624.16 | 604.03 | 624.16 | 563.76 |
| 01.01.01 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | 5,679.46 | S/ 5,679.46 | | | | |
| 01.01.02 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION | 15,487.20 | S/ 15,487.20 | | | | |
| 01.01.03 | ALQUILER DE PREDIOS PARA CAMPAMENTO Y ALMACEN | 3,000.00 | S/ 583.89 | S/ 624.16 | S/ 604.03 | S/ 624.16 | S/ 563.76 |
| 01.01.04 | CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x7.20m-Inc. GIGANTOGRAFIA. | 4,185.86 | S/ 4,185.86 | | | | |
| 01.02 | PAVIMENTOS | 4,134,760.51 | 910,637.68 | 1,329,841.27 | 1,125,917.91 | 656,655.19 | 111,708.46 |
| 01.02.01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | 3,882,755.86 | 891,124.58 | 1,329,841.27 | 1,125,917.91 | 535,872.10 | |
| 01.02.01.01 | EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA | 2,716,806.90 | 543361.38 | S/ 935,789.04 | S/ 905,602.30 | S/ 332,054.18 | |
| 01.02.01.02 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON MAQUINARIA | 55,111.89 | | 28300.66 | 26811.16 | | |
| 01.02.01.03 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO A DME D<= 1 KM | 332,702.34 | 199621.4 | S/ 133,080.94 | | | |
| 01.02.01.04 | MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE COMPACTADO(e=0.20 m) | 239,729.09 | | | 115069.96 | 124659.13 | |
| 01.02.01.05 | PERFILADO Y COMPAC. DE SUB RASANTE A MAQUINA | 50,399.48 | | | | 50399.48 | |
| 01.02.01.06 | ELIMINACION DE MATERIAL DE DESMONTE (REAL) | 488,006.23 | 148,141.80 | 932,670.63 | 78,434.49 | 28,759.31 | |
| 01.02.01.06.01 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCEDENTES Y ESCOMBROS A DME D<= 1 KM | 252,702.75 | 101081.1 | S/ 151,621.65 | | | |
| 01.02.01.06.02 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCEDENTES D> 1 HASTA 5 KM | 235,303.48 | 47060.7 | S/ 81,048.98 | S/ 78,434.49 | S/ 28,759.31 | |
| 01.02.02 | AFIRMADOS | 252,004.65 | 19,513.10 | | | 120,783.09 | 111,708.46 |
| 01.02.02.01 | EXTRACCION Y APILAMIENTO | 19,513.10 | S/ 19,513.10 | | | | |
| 01.02.02.02 | CARGUO | 11,083.97 | | | | 7093.74 | 3990.23 |
| 01.02.02.03 | TRANSPORTE A LA OBRA | 56,614.55 | | | | 36233.31 | 20381.24 |
| 01.02.02.04 | AFIRMADO GRANULAR COMPACTADO. e=0.20m | 121,025.06 | | | | 77456.04 | 43569.02 |
| 01.02.02.05 | PERFILADO Y COMPAC. DE CARPETA DE RODADURA A MAQUINA | 43,767.97 | | | | | 43767.97 |
| 01.03 | CUNETAS | 885,504.02 | | | | 181,031.29 | 704,479.73 |
| 01.03.01 | TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | 22,119.95 | | | | 22119.95 | |
| 01.03.02 | EXCAVACION DE ZANIAS HV=0.4 PARA SARDINEL | 96,953.38 | | | | 96953.38 | |
| 01.03.03 | NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | 53,625.21 | | | | 45964.47 | 7660.74 |
| 01.03.04 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | 15,993.49 | | | | 15993.49 | |
| 01.03.05 | CONCRETO Fc= 175 KG/CM2 EN CANALETAS | 459,594.57 | | | | | 459594.57 |
| 01.03.06 | JUNTA DE CONTRACCION ASFALTICA CON RC-250, E=1" | 244,287.42 | | | | | 244287.42 |
| 01.04 | ALCANTARILLAS | 111,104.68 | | | | 14,242.85 | 96,861.83 |
| 01.04.01 | TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | 385.01 | | | | 385.01 | |
| 01.04.02 | EXCAVACION DE TIERRA EN MATERIAL SATURADO | 4,259.05 | | | | 4259.05 | |
| 01.04.03 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON MAQUINARIA | 486.53 | | | | 486.53 | |
| 01.04.04 | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR | 2,826.86 | | | | 2826.86 | |
| 01.04.05 | NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | 1,086.46 | | | | 1086.46 | |
| 01.04.06 | EMBOQUILLADO CON PIEDRA MEDIANA E=0.20M, F'c= 175 KG/CM2 | 15,596.81 | | | | 5198.94 | 10397.87 |
| 01.04.07 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS | 12,966.04 | | | | | 12966.04 |
| 01.04.08 | CONCRETO EN ALCANTARILLA Fc= 175 KG/CM2 | 34,332.94 | | | | | 34332.94 |
| 01.04.09 | ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2 EN ALCANTARILAS | 9,390.59 | | | | | 9390.59 |
| 01.04.10 | TUBERIA DE METAL CORRUGADO | 29,844.46 | | | | | 29,844.46 |
| 01.04.10.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø= 36" | 29,844.46 | | | | | 29844.46 |
| 01.05 | SEÑALIZACION | 12,492.94 | | | | | 12,492.94 |
| 01.05.01 | SEÑALIZACION PREVENTIVAS (0.60m. x 0.60m.) | 9,203.26 | | | | | 9,203.26 |
| 01.05.01.01 | FABRICACION DE SEÑALES PREVENTIVAS | 4,931.30 | | | | | 4931.3 |
| 01.05.01.02 | EXCAVACION Y COLOCACION DE SEÑALES PREVENTIVAS | 4,271.96 | | | | | 4271.96 |
| 01.05.02 | SEÑALES INFORMATIVAS (0.45m. x 0.40m.) | 1,908.90 | | | | | 1,908.90 |
| 01.05.02.01 | FABRICACION DE SEÑALES INFORMATIVAS | 743.82 | | | | | 743.82 |
| 01.05.02.02 | EXCAVACION Y COLOCACION DE SEÑALES INFORMATIVAS | 1,165.08 | | | | | 1165.08 |
| 01.05.03 | POSTES KILOMÉTRICOS | 1,380.78 | | | | | 1,380.78 |
| 01.05.03.01 | POSTES DE KILOMETRAJE | 1,380.78 | | | | | 1380.78 |
| 01.06 | CALIDAD EN OBRA | 10,130.00 | | | | 6,078.00 | 4,052.00 |
| 01.06.01 | ENSAYOS PARA CALIDAD EN OBRA | 10,130.00 | | | | 6078 | 4052 |
| 01.07 | IMPACTO AMBIENTAL Y MONITOREO ARQUEOLOGICO | 126,417.41 | 24,604.73 | 26,301.61 | 25,453.17 | 26,301.61 | 23,756.30 |
| 01.07.01 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | 70,450.00 | S/ 13,711.74 | S/ 14,657.38 | S/ 14,184.56 | S/ 14,657.38 | S/ 13,238.93 |
| 01.07.02 | PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | 55,967.41 | S/ 10,892.99 | S/ 11,644.23 | S/ 11,268.61 | S/ 11,644.23 | S/ 10,517.37 |
| 01.08 | FLETE | 50,019.03 | | | | 12,249.56 | 31,644.69 |
| 01.08.01 | FLETE TERRESTRE CARRETERA | 50,019.03 | | | | 12249.56 | 31644.69 |
| 01 | PUENTE (01 UNIDAD) | 2,098,908.61 | 1,138,553.30 | 952,638.07 | 7,717.24 | | 6124.78 |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | 3,313.49 | 1,849.67 | 1,418.07 | 45.74 | | |
| 01.01.01 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | 500.00 | S/ 500.00 | | | | |
| 01.01.02 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION | 68.83 | S/ 68.83 | | | | |
| 01.01.03 | CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANIA | 2,744.66 | S/ 1,280.84 | S/ 1,418.07 | S/ 45.74 | | |
| 01.02 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | 55,683.04 | 17,404.46 | 38,278.58 | | | |
| 01.02.01 | EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA | 17,404.46 | S/ 17,404.46 | | | | |
| 01.02.02 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR PERMEABLE CON Ø=35° | 13,468.10 | | 13468.1 | | | |
| 01.02.03 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO | 13,520.26 | | 13520.26 | | | |
| 01.02.04 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | 11,290.22 | | 11290.22 | | | |
| 01.03 | SUB ESTRUCTURA | 1,231,295.28 | 1,102,251.40 | 129,043.88 | | | |
| 01.03.01 | OBRAS DE CONCRETO SIMPLE | 1,397.48 | 1,397.48 | | | | |
| 01.03.01.02 | SOLADO PARA ZAPATAS | 1,397.48 | 1,397.48 | | | | |
| 01.03.03 | ESTRIBOS | 1,229,897.80 | 1,100,853.99 | 129,043.88 | | | |
| 01.03.03.01 | CONCRETO Fc=210 KG/CM² EN ESTRIBOS | 276,592.61 | 147478.73 | 129043.88 | | | |
| 01.03.03.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESTRIBOS | 737,050.00 | S/ 737,050.00 | | | | |
| 01.03.03.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN ESTRIBOS | 216,325.19 | S/ 216,325.19 | | | | |
| 01.04 | SUPERESTRUCTURA | 756,637.59 | | 756,637.59 | | | |
| 01.04.01 | VIGAS PRINCIPAL | 571,794.55 | | 571,794.55 | | | |
| 01.04.01.01 | CONCRETO DE Fc=280 KG/CM2 EN VIGAS PRINCIPAL | 46,060.67 | | 46060.67 | | | |
| 01.04.01.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS PRINCIPAL | 454,080.00 | | 454080 | | | |
| 01.04.01.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN VIGAS PRINCIPAL | 71,653.88 | | 71653.88 | | | |
| 01.04.02 | VIGAS DIAFRAGMA | 44,462.03 | | 44,462.03 | | | |
| 01.04.02.01 | CONCRETO Fc=280 KG/CM² EN VIGAS DIAFRAGMA | 1,612.37 | | 1612.37 | | | |
| 01.04.02.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA | 40,191.25 | | 40191.25 | | | |
| 01.04.02.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN VIGAS DIAFRAGMA | 2,658.43 | | 2658.43 | | | |
| 01.04.03 | LOSA | 140,380.99 | | 140,380.99 | | | |
| 01.04.03.01 | CONCRETO DE Fc=210 KG/CM2 EN LOSA | 15,597.08 | | 15597.08 | | | |
| 01.04.03.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA | 99,055.00 | | 99055 | | | |
| 01.04.03.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN LOSA | 25,728.91 | | 25728.91 | | | |
| 01.05 | OTROS | 835.91 | | 835.91 | | | |
| 01.05.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS DE VEREDAS TIPO II | 762.37 | | 762.37 | | | |
| 01.05.03 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS DE DRENAJE | 73.54 | | 73.54 | | | |
| 01.06 | FLETE | 51,143.30 | 17,047.77 | 26,424.04 | 7,671.50 | | |
| 01.06.01 | FLETE TERRESTRE PUENTE | 51,143.30 | S/ 17,047.77 | 26424.04 | 7671.5 | | |
| COSTO DIRECTO | | S/. 7,457,689.72 | S/. 2,099,732.12 | S/. 2,309,405.11 | S/. 1,171,941.91 | S/. 916,577.79 | S/. 960,032.80 |
| UTILIDAD 5.00% | | S/. 372,884.49 | S/. 104,986.61 | S/. 115,470.26 | S/. 58,597.10 | S/. 45,828.89 | S/. 48,001.64 |
| GASTOS GENERALES 10.00% | | S/. 745,768.97 | S/. 209,973.21 | S/. 230,940.51 | S/. 117,194.19 | S/. 91,657.78 | S/. 96,003.28 |
| SUB TOTAL | | S/. 8,576,343.18 | S/. 2,414,691.94 | S/. 2,655,815.88 | S/. 1,347,733.20 | S/. 1,054,064.46 | S/. 1,104,037.72 |
| IGV 18.00% | | S/. 1,543,741.77 | S/. 434,644.55 | S/. 478,046.86 | S/. 242,591.98 | S/. 189,731.60 | S/. 198,726.79 |
| VALOR REFERENCIAL | | S/. 10,120,084.95 | S/. 2,849,336.49 | S/. 3,133,862.73 | S/. 1,590,325.17 | S/. 1,243,796.06 | S/. 1,302,764.51 |
| AVANCE PROGRAMADO ACUMULADO | | | S/. 2,849,336.49 | S/. 5,983,199.22 | S/. 7,573,524.39 | S/. 8,817,320.45 | S/. 10,120,084.96 |
| AVANCE PROGRAMADO EN PORCENTAJE | | | 28.16% | 30.97% | 15.71% | 12.99% | 12.87% |
| AVANCE PROGRAMADO ACUMULADO EN PORCENTAJE | | | 28.16% | 59.12% | 74.84% | 87.13% | 100.00% |

Fuente: Propia.

V. DISCUSIÓN.

El estudio de tráfico para un proyecto requiere de la determinación precisa del índice diario medio anual (IMDA), al encontrarnos con un proyecto de apertura de carretera se plantearon varias formas para aproximar el IMDA, por lo que se tomaron dos puntos de aforo en las rutas cercanas al proyecto, asumiendo una derivación del flujo vehicular con la creación del proyecto, denominada como el tráfico generado; para tal fin se tomaron los datos del conteo vehicular en el aforo 2 (744768.28E; 9279695.07N) correspondiente a la ruta Rambrán - Trigopampa al cual se le adicionó el 50% del tráfico vehicular del aforo 1 (747089.46E; 9280101.15N) en la ruta Lajas - Quinuapampa – Cutervo de la red vial departamental, ya que el proyecto se conecta a la red vial Nacional PE-3N en el tramo Cochabamba – Lajas. Obteniendo resultados de IMDA igual a 55 vehículos con un periodo de análisis de 10 años.

Existen dos principales métodos de levantamiento topográfico, el método de la poligonal cerrada y el método de la poligonal abierta, en el presente proyecto se ha elegido el método de la poligonal cerrada tipo lineal por contar con la presencia de dos BMs para la georreferenciación y compensación de los puntos de levantamiento topográfico, además de ser un proyecto de regular extensión lineal que inicia en el centro poblado Mamaruribamba Bajo y culmina en el centro poblado Rambrán, y por tener una orografía accidentada que dificulta el cierre de una poligonal ya que existe una diferencia de cotas considerable (2490 m.s.n.m – 1920m.s.n.m) de 570 metros entre los puntos de inicio a fin del proyecto; por tal motivo se colocaron BMs referenciales cada 500 metros durante el levantamiento topográfico.

Se realizó el trazo preliminar de tres rutas como alternativas que unen los centros poblados de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas de Tinyayoc y Rambrán (puntos de paso obligatorio) de las cuales se eligió la alternativa que ofrece mejores condiciones topográficas, geológicas, hidrológicas y de drenaje, así mismo presenta el menor costo con el mayor índice de utilidad económica, social y estética. Esta presenta menores pendientes comprendidas entre 0 y 9%, y mayor desarrollo de curvas, al mismo tiempo genera menores volúmenes de corte y relleno, motivo por el cual, a pesar de tener mayor extensión en su alineamiento principal se optó por esta opción. Además, cubre un mayor número de accesos a los terrenos de producción agropecuaria y enmarca en su recorrido a los caseríos del proyecto al mismo tiempo recorre una gran parte del camino de herradura actualmente en uso, por lo que genera menores áreas de expropiación e impacto ambiental.

Las obras de arte contempladas en el proyecto consisten en una red de cunetas y alcantarillas. Las cunetas son de concreto simple, porque en el diseño de la carretera encontramos pendientes mayores al 2% que según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC generan velocidades erosivas, las velocidades de flujo de agua en las cunetas son siempre superiores a 4.0 m/s por lo que se exige mayor resistencia, ya que si tomamos como dato único a las precipitaciones anuales acumuladas correspondería el

uso de tierra perfilada en cunetas, sin embargo, en la zona se producen lluvias estacionarias de alta intensidad comprendidas en los dos o tres primeros meses del año según la data histórica mostrada en el estudio hidrológico; es por ello que se han elegido las cunetas de concreto simple para interceptar y conducir las aguas provenientes de lluvias hacia su cauce final sin degradar la obra intervenida ni el paisaje. Por otro lado, el tipo de alcantarillas elegidas son tipo metal corrugado (TMC) por su facilidad de transporte y rápido ensamblaje sin perder por ello eficiencia en su calidad de servicio, además de alinearse mejor al horizonte del proyecto, ya que una vez cumplido ese plazo y dependiendo del progreso que se haya generado o las metas alcanzadas por el proyecto se tomarán medidas de sustitución o renovación en una nueva proyección de alcantarillas.

El estudio de mecánica de suelos muestra que el material predominante a lo largo de la carretera es la arcilla limosa de baja plasticidad, que presenta una pobre capacidad de soporte frente a cargas móviles vehiculares, esto se determinó en laboratorio bajo condiciones críticas con el ensayo de relación de soporte de California (CBR). Frente a esta situación adversa, se optó por proponer la estabilización de suelos; según el “Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos)” se puede estabilizar los suelos arcillosos limosos con cal o con cemento, para la primera tiene que cumplir que el IP no sea menor que 12 y para la segunda que IP no menor a 20. En los resultados de los ensayos de mecánica de suelos nos proporcionan que todas nuestras muestras tienen un IP menor a 20 y mayor a 12 por la cual se decidió estabilizar con cal. Los resultados del suelo estabilizado nos arrojaron el porcentaje de cal a adicionar que es del 3% en peso, técnica que triplica la capacidad de soporte en el suelo del presente proyecto, pasando de un CBR de 5% en condiciones normales del suelo a un 15% con la adición de cal mencionada. Esta medida además de ser técnicamente aceptada es una alternativa favorable económicamente porque en su implementación se utilizará el suelo propio (terreno natural liberado de malezas y materia orgánica) a lo largo de todo el proyecto.

En la determinación del tipo de puente Mamaruribamba Bajo se revisó bibliografía especializada en la cual se recomienda el uso del puente tipo viga – losa para luces simplemente apoyada menores a 30.00m; se tomaron en cuenta la tipología de puentes en la zona y el aspecto técnico y económico, evitando generar sobrecostos innecesarios adaptando el diseño del puente al nivel y categoría de la vía que se proyecta. El camión de diseño geométrico de la carretera es el camión tipo HS-20, por ser el vehículo de mayor peso que transita por las rutas actuales del mismo nivel según el estudio de tráfico. Sin embargo, para el puente Mamaruribamba Bajo se tomaron en cuenta otras consideraciones de tipo normativo, en las cuales se exige que para el diseño de puentes el camión empleado para el cálculo y determinación de esfuerzos sea el camión tipo HL-93 (AASHTO 2018) que es similar al camión T2S1 (DG - 2018), que presenta unas medidas y peso estándar indicados en el manual de diseño de puentes (MTC 2016).

La profundidad de desplante para la cimentación del puente Mamaruribamba Bajo, se basa en los estudios de mecánica de suelos, análisis de socavación y estudio de resonancia geoelectrica; siendo 2.50 m la mínima profundidad requerida respecto al lecho del río por el cotejo de los estudios antes mencionados. Esta elección resulta favorable porque al profundizar el nivel de cimentación se incrementa la resistencia del suelo (capacidad portante) teniendo una capacidad portante de 2.70kg/cm^2 , reduciendo así las presiones en el fondo de cimentación.

En la EIA se utilizó la matriz de Leopold como herramienta de evaluación de las acciones y los factores ambientales, por ser el método más ampliamente utilizado y que mejor se adapta a los proyectos de la ingeniería civil, en el cual las acciones que generan los impactos son las partidas del proyecto o valga decir actividades que conforman el proyecto. Con este método se contraponen magnitud e importancia de los impactos, obteniendo de la multiplicación de ambos resultados numéricos que luego son ponderados para finalmente ser analizados e interpretados, identificando así que actividades son las que mayor impacto generan en el medio ambiente, permitiendo plantear medidas de solución o mitigación de impactos atacando directamente a las actividades que la producen.

VI. CONCLUSIONES.

Con el estudio topográfico se ha clasificado el área del proyecto como terreno escarpado tipo 4 con pendientes transversales mayores a 100%, esto ha permitido establecer con mayor precisión las ubicaciones de viviendas en el entorno, canteras, fuentes de agua, hitos, y puntos de referencia. Se analizaron tres (3) alternativas de trazo, siendo la alternativa 1 con una extensión de 7+572.59 Km la opción que brinda las mejores condiciones de servicio y se adapta e implanta mejor a la orografía del proyecto, con menores impactos negativos, mejor recorrido y mejores puntos de acceso.

Con el estudio hidrológico, se obtuvieron caudales, siendo el mayor de 2.76 m³/s para diseño de alcantarillas y 0.10 m³/s para el diseño de cunetas; asimismo, se obtuvo $Q_d = 193.96$ m³/s para el diseño del puente.

Los estudios de mecánica de suelos muestran la calidad y tipo de suelo en la zona del proyecto, siendo las arcillas de baja plasticidad la presente en todo el proyecto; los valores de CBRs encontrados varían entre 3.9% y 6.4% (subrasante pobre) es por ello que se ha realizado estabilización de subrasante con cal en todo el alineamiento con un espesor de 200mm. Mientras que el material de cantera ubicado a 500 m del caserío de Rambrán o a 5.5 km del baricentro de la carretera presenta un CBR de 82%, resultando su capacidad de soporte óptima, siendo empleada como superficie de rodadura a nivel de trocha carrozable.

El estudio de tomografía eléctrica nos permitió identificar las capas geológicas presente es muestra zona en donde se va a construir el puente, dicho estudio nos sirvió para obtener la profundidad de cimentación que es de 6.50 m en promedio; asimismo, identificar el tipo de suelo GW (grabas bien graduada) según la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

La longitud total de la trocha carrozable entre los centros poblados de Mamaruribamba Bajo y Rambrán es de 7+572.59 Km, la cual ha sido diseñada bajo los parámetros establecidos en la “Manual de Diseño Geométrico DG-2018” y el “Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, con pendientes longitudinales menores al 9%, y la velocidad de diseño es de 30Km/h; considerando además velocidades específicas de 20Km/h en las zonas requeridas, la calzada tiene un ancho de 4.00m y 0.5m de bermas, considerando sobreanchos de 0.30 metros hasta 2.50 metros para radios de curva horizontal que van desde 15 metros hasta 200 metros. Se ha considerado la implementación de 10 alcantarillas de tubería metal corrugada (TMC) de 36” de diámetro de la cuales 5 son alcantarillas de paso y 5 son alcantarillas de alivio, las cunetas son de concreto simple con superficie pulida; mientras que el puente Mamaruribamba Bajo que cruza el río chotano se diseñó bajo los criterios del “Manual de Puentes” del año 2016 del MTC y se encuentra en la progresiva Km 0+010 es de concreto armado

tipo viga losa, tiene una longitud de 24.80 m de luz, 7.16 m de gálibo y 7.35m de ancho, se aplicó el camión HL-93 (AASHTO 2018), similar al camión T2S1 de la DG-2018 como carga móvil.

La estructura del pavimento en afirmado se compone de una capa inferior que representa a la subrasante, la capa base se conformará de material propio más cal en un 3% en peso y tendrá un espesor de 200mm, y la capa de rodadura estabilizada (afirmado estabilizado con cal) para reducir el polvo, resistencia a las lluvias y mayor durabilidad tendrá un espesor de 200mm.

Durante la etapa de construcción de la trocha carrozable, se identificó que la actividad que mayor impacto negativo genera es la de movimiento de tierras, por lo que los factores ambientales más afectados son el aire y el suelo; para tales efectos se plantea un Plan de Manejo Ambiental con un costo de S/.70,450.00 (setenta mil cuatrocientos cincuenta con 00/100 soles).

De la evaluación de impacto ambiental se determina la posible ocurrencia e impactos ambientales negativos que no son limitantes, ni tampoco constituyen restricciones importantes para la ejecución de las obras. Concluyéndose, que el proyecto, es ambientalmente viable; siempre que se cumplan las especificaciones técnicas de diseño y las prescripciones ambientales contenidas en el Plan de Manejo Ambiental que forma parte del presente proyecto.

El presupuesto total que incluyen gastos generales, utilidad, IGV y supervisión asciende a S/.10'524,888.35 (diez millones quinientos veinticuatro mil ochocientos ochenta y ocho con 35/100 soles) al 10/11/2018; dentro de los costos directos tenemos construcción de carretera con un valor de S/.5'358,781.11(cinco millones trescientos cincuenta y ocho mil setecientos ochenta y uno con 11/100 soles), construcción de puente con un valor S/.2'098,908.61(dos millones noventa y ocho mil novecientos ocho con 61/100 soles), Plan de Manejo Ambiental con un valor de S/.70,450.00 (setenta mil cuatrocientos cincuenta con 00/100 soles), Plan de Monitorio Arqueológico con un valor S/. 55,967.41 (cincuenta y cinco mil novecientos sesenta y siete con 41/100 soles), en cuanto a las medidas de seguridad están consideradas dentro de los Gastos Generales.

Según el cronograma de obra, la ruta crítica contempla las partidas de movilización y desmovilización de equipos y maquinarias, topografía y georeferenciación, transporte de material de relleno a $D \leq 1$ km, relleno con material propio compactado con maquinaria, mejoramiento de suelo a nivel de subrasante compactada ($e=0.2m$), construcción de cunetas, en paralelo con el plan de manejo ambiental; por lo que en la ejecución del proyecto se deberá tener especial cuidado en cada una de estas actividades. Cabe mencionar que el periodo de ejecución programado para la carretera es de 150 días calendario, mientras que para el puente Mamaruribamba Bajo se requieren de solo 69 días calendario, al programar el inicio de ejecución de ambas al mismo tiempo y de forma independiente las partidas del puente no forman parte de la ruta crítica.

VII. RECOMENDACIONES

Debido a que en la zona las lluvias se presentan en los meses de enero – marzo. Se recomienda que la construcción de la obra se inicie en los meses de mayo a diciembre.

En obras viales complejas por la zona agreste en la que se encuentran se recomienda recurrir a normas internacionales avaladas en el mundo entero por su carácter experimental y racional en las que se fundamentan sus publicaciones, tales como las normas AASHTO.

Se debe utilizar maquinaria en buen estado, con una antigüedad no mayor de 5 años, con la finalidad de alcanzar los rendimientos considerados en el A.C.U, disminuir las emisiones tóxicas al medio ambiente, cada maquinaria debe contar con silenciadores en buen estado para disminuir la contaminación sonora, el riego constante en las áreas de excavaciones y escarificación con la finalidad de disminuir el polvo.

Antes de dar inicio a la ejecución de obra, el contratista deberá llevar a cabo una reunión con las autoridades de los caseríos, transportistas de la zona, y población beneficiaria en general a fin de comunicarles sobre el inicio de las obras, utilización de los recursos de la zona (canteras de materiales, agua), oportunidad de trabajo a los pobladores de la zona como mano de obra no calificada y de ser posible mano de obra calificada; áreas de campamento, acceso a lugares de abastecimiento, entre otros aspectos, que permitan estar bien informados a todos los involucrados.

La empresa contratista debe llevar coordinaciones permanentes con las autoridades de los caseríos beneficiarios, a fin de mantener buenas relaciones y tener el apoyo por parte de estos.

El supervisor de obra debe hacer cumplir lo expuesto en las especificaciones técnicas de cada partida y hacer cumplir el Plan de Manejo Ambiental.

El contratista deberá presentar un plan de mantenimiento vial de acuerdo al “Manual de Carreteras – Conservación Vial” del MTC – 2013, dicho documento debe contemplar actividades rutinarias y periódicas que deben ejecutarse para que la vía se conserve en niveles de servicios adecuados.

Los trabajadores durante el periodo de ejecución de la obra deberán contar con todos su Equipamientos de Protección Personal (EPP) de acuerdo a la actividad que estén realizando con la finalidad de salvaguardar su integridad física conforme G.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

American Association of State Highway and Transportation Officials. 2014. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. 7ª Ed. Washington D.C: AASHTO.

American Association of State Highway and Transportation Officials LRFD. 2014. *Bridge Design Specifications*. 7ª ed. Washington D.C: AASHTO.

Asociación Española de la Carretera. 2016. *La carretera en la sociedad del siglo XXI: Respuesta a nuevos retos*. Madrid: STAFF.

Asociación mundial de la carretera. 2014. *Importancia de la conservación de carreteras. World Road Association Mondiale de la Route*. Paris: PIARC.

Bañon Blázquez, Luis y José Francisco Beviá García. 2011. *Elementos y proyecto*. 3ª ed. Vol. I. de *Manual de Carreteras*. Alicante: RUA.

BBC. Ver_ Corporación Británica de Radiodifusión.
Corporación Británica de Radiodifusión. Los países con las mejores y peores carreteras en América Latina.
http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_lf (consultada el 16 de setiembre de 2016).

Berardo, María et al. 2017. *Manual de diseño geométrico vial*. 2ª Ed. Córdova: Editorial Brujas.

Bonifaz F. José Luis. 2012. *Beneficios económicos de la carretera interoceánica*. Lima: Universidad del Pacífico, Centro de Investigación.

Cárdenas, James. 2007. *Diseño geométrico de Carreteras*. Bogotá: Ecoe.

CEPAL. Ver_ Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
Comisión Económica para América Latina y El Caribe. 2016. *Perspectivas económicas de América Latina 2016: hacia una nueva asociación con China*. Paris: CEPAL Publishing.

Chocontá, Pedro. 2012. *Diseño geométrico de vías*. 2ª Ed. Bogotá: Nuevas ediciones Ltda.

Cosamalón, Jesús et al. 2011. *Compendio de la historia económica del Perú*. Tomo 4 de *Economía de la primera centuria independiente*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú.

FAO. Ver_ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Transporte rural de productos alimenticios en América Latina y el Caribe. <http://www.fao.org/docrep/008/y5711s/y5711s00.htm#Contents> (Consultada el 21 de setiembre de 2016).

- Kraemer, Carlos et al. 2009. *Ingeniería de carreteras*. 2ª ed. Madrid: McGraw Hill.
- Medina, Salvador. 2009. Carreteras: Infraestructura para aprovechar los tratados comerciales. *Comercio Exterior*, agosto.
- Mendoza Dueñas, Jorge. 2012. *Topografía: Técnicas moderna*. Lima: s.n.
- Ministerio de Transportes Y Comunicaciones. 2013. *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. RM N°660-2013MTC/02 (27.08.13). Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014. *Manual De Carreteras – Diseño Geométrico DG 2014*. Lima: Macro.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013. *Manual De Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG 2013*. Lima: Macro.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013. *Manual De Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos*. Lima: Macro.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2005. *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito*. Lima: Macro.
- Ministerio De Transportes Y Comunicaciones. 2003. *Manual De Diseño De Puentes*. Lima: Dirección General de Caminos Y Ferrocarriles.
- Ministerio De Transportes Y Comunicaciones. 2016. *Manual De Ensayo De Materiales*. Lima: Dirección General de Caminos Y Ferrocarriles.
- Ministerio Del Ambiente. 2005. *Ley General Del Ambiente - Ley N° 28611*. Lima. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental.
- Montejo Fonseca, Alfonso. 2010. *Ingeniería de pavimentos*. 3ª Ed. Tomo I. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Montejo Fonseca, Alfonso. 2010. *Ingeniería de pavimentos*. 3ª Ed. Tomo II. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Salinas Fonseca, Miguel. 2003. *Costos, Presupuestos, Valorizaciones y Liquidaciones de Obra*. Lima: Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Sistema Vial Andino. 2015. *El sistema de Gestión del Qhapaq Ñan – Sistema Vial Andino: Una propuesta transnacional, participativa y sostenible*. Lima: Ministerio de Cultura.

IX. ANEXOS.

Anexo N° 01: Documentos (constancias, autorizaciones, solicitudes, actas).

Anexo N° 02: Estudio topográfico.

Anexo N° 03: Estudio de suelos.

Anexo N° 04: Estudio Geofísico de Tomografía Eléctrica.

Anexo N° 05: Estudio de Hidrología y drenaje.

Anexo N° 06: Evaluación de impacto ambiental.

Anexo N° 07: Diseño Estructural del puente Mamaruribamba Bajo.

Anexo N° 08: Planillas de Metrados.

Anexo N° 09: Análisis de costos unitarios.

Anexo N° 10: Desagregado de Gastos generales.



Anexo N° 11: Relación de insumos.

Anexo N° 12: Cotizaciones.

Anexo N° 13: Planos de obra.

**ANEXO N° 01: DOCUMENTOS (CONSTANCIAS, AUTORIZACIONES,
SOLICITUDES Y ACTAS)**

**Documento N° 1.1: Constancia de inexistencia del proyecto, emitido por
la Gerencia Sub Regional De Cutervo.**



 **GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA**
GERENCIA SUB REGIONAL CUTERVO
"Año de la Consolidación del Mar de Grau" 

**EL QUE SUSCRIBE GERENTE SUB REGIONAL CUTERVO – GOBIERNO REGIONAL
CAJAMARCA, HACE CONSTAR:**

Que se tiene en cartera de proyectos la elaboración del PIP "DISEÑO DE LA TROCHA
CARROZABLE MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRAN, DISTRITO
DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA", es preciso aclarar que este estudio se encuentra a nivel
de Terminos de Referencia es decir todavía no se ha desarrollado la fase de Pre Inversión
(elaboración de perfil), ni tampoco la fase de inversión (expediente técnico y ejecución de obra),
para cualquier duda se sugiere revisar el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión
Pública. (link. <http://www.mef.gob.pe/es/inversion-publica-sp-21787>).



Cutervo, 03 de octubre de 2016

Atentamente,

 
José Gerardo Delgado Salazar
GERENTE SUB REGIONAL

AV. SALOMON BURGA S/ N
CUTERVO - PERU

Documento N° 1.2: Autorización para realizar los estudios y acceso a la información, emitido por la Gerencia Sub Regional De Cutervo.

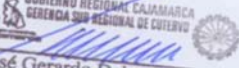
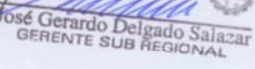

| | | |
|---|--|---|
|  | GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA GERENCIA SUB REGIONAL CUTERVO <small>"Año de la Consolidación del Mar de Grau"</small> |  |
|---|--|---|

EL QUE SUSCRIBE GERENTE SUB REGIONAL CUTERVO – AUTORIZA:

Al estudiante WILDER ALEX SANCHEZ PINEDO, identificado con DNI 45673138, estudiante de la carrera profesional de Ingeniera Ambiental a desarrollar el proyecto de Tesis denominado PIP "DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRAN, DISTRITO DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA", para lo cual deberá coordinar con la Unidad Formuladora de la Gerencia Sub Regional de Cajamarca, a fin de que le brinden toda la información necesaria que necesita para elaborar su proyecto de Tesis.

Cutervo, 03 de octubre de 2016

Atentamente,


José Gerardo Delgado Salazar
GERENTE SUB REGIONAL

AV. SALOMON BURGA S/ N
CUTERVO - PERU

Documento N° 1.3: Solicitud del proyecto por parte de las autoridades de los C.P. Patahuaz, Rambrán y Las Palmas De Tinyayoc.

12 OCT 2015

"AÑO DE LA DIVERSIFICACION PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

GOBIERNO REGIONAL DE CUTERVO
GERENCIA SUB REGIONAL CUTERVO
TRAMITE DOCUMENTARIO

12 OCT 2015

REG N°

SOLICITUD REITERATIVA DE
REQUERIMIENTO DE APOYO PARA CONSTRUCCION DE PUENTE
CARROZABLE MAMARRURIBAMBA BAJO PALMAS DE TINYAYOC
APERTURA DE TROCHA Y AFIRMADO DE VIA QUE VA DE
PALMAS DE TINYAYOC -PATAHUAZ RAMBRAN.

SEÑOR : PROF.WILLAN VILALOBOS HOYOS
GERENTE SUB REGIONAL DE CUTERVO.

El Comité de Rondas Campesinas, Representantes de Organizaciones Sociales trabajadores de nuestras Instituciones de salud y Educativas de las Palmas de Tinyayoc, C.P.Patahuaz, C.P.Rambran ,entre otras Comunidades del Distrito y Provincia de Cutervo Región Cajamarca con todo respeto nos presentamos y exponemos lo siguiente.

Que nuestra agrupación Ronderil y Autoridades de las diferentes comunidades, desde el 01 de octubre del año 2012 vienen solicitando la construcción del puente carrozable y apertura de trocha Palmas de Tinyayoc C.P.Patahuaz-Rambran y hasta el momento no contamos con ningún apoyo sabiendo que nuestro puente peatonal es construido de madera hace muchos años y en la actualidad se considera como un peligro latente de acarrear accidentes en nuestra población beneficiaria en tal sentido en nuestra Última reunión General

Uno de nuestros reiterados acuerdos fue el de dirigirnos Nuevamente al despacho actual de Ud. Señor Gerente Sub Regional de la Provincia de Cutervo para SOLICITAR el apoyo con los Estudios preliminares ,Construcción de Puente Carrozable , Apertura y Afirmado de trocha Carrozable que va de las Palmas de Tinyayoc , C.P.Patahuaz ,C.P.Rambran y otras Comunidades beneficiarias , hacemos hincapié ser considerados para su inmediata ejecución ya que será una vía de mucha importancia interconectando con el Distrito de Cochabamba Provincia de Cutervo y tener fácil acceso al transporte de nuestros productos .

Apelamos a sus sentimientos de buena Autoridad e inmediatamente se disponga el apoyo que solicitamos. Por lo que expresamos nuestro agradecimiento por anticipado.

NOTA se adjunta copia de solicitud anterior.

POR LO EXPUESTO

GERENCIA SUB REGIONAL CUTERVO
SUB GERENCIA DE OPERACIONES
PASE A: _____
PARA: _____
FECHA: _____

Esperamos acceder a nuestra Solicitud por Justicia que deseamos alcanzar
Las Palmas de Tinyayoc 07 de octubre de 2015

ATENTAMENTE

Documento N° 1.4: Acta de sesión extraordinaria con las autoridades y pobladores de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas De Tinyayoc y Rambrán
1 de 5.

ACTA DE SESIÓN EXTRAORDINARIA

En el caserío de Las Palmas De Tinyayoc, distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, siendo las 13:30 del día 30 de setiembre, reunidos,


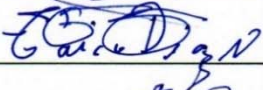


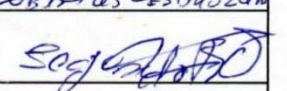

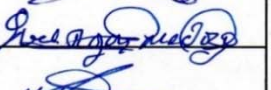
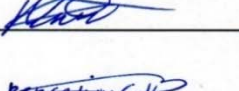
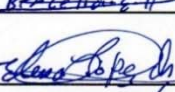
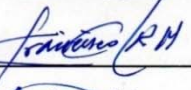

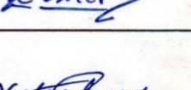
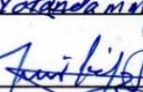
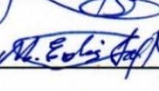
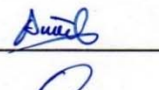





El estudiante Wilder Alex Sánchez Pinedo con DNI 45673138, perteneciente a la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, que se encuentra próximo a realizar el proyecto de tesis: **“DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRAN, DISTRITO DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA”**, las autoridades de las localidades de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas De Tinyayoc y Rambran, se encuentran reunidas con el fin de exponer la necesidad de realizar los estudios del proyecto antes mencionado, el mismo que traerá beneficios para mejorar la calidad de vida y desarrollará la inclusión social de los trabajadores.

Para llevar a cabo este proyecto y sea viable, es necesario el compromiso de las autoridades, de la población y del estudiante interesado en realizar el proyecto, para garantizar que todos apoyen en el proceso de la elaboración del proyecto mencionado anteriormente y principalmente que los pobladores estén de acuerdo en dar las facilidades para entrar en sus propiedades y así realizar los diversos estudios como topográficos, mecánica de suelos e hidrológicos.


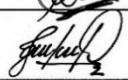
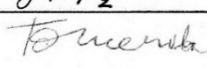
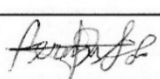
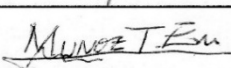
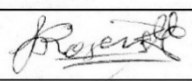
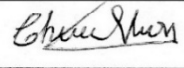
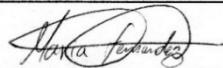
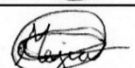
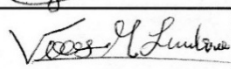
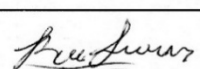
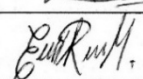
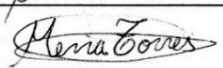
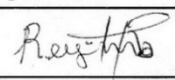
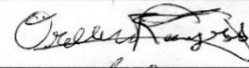
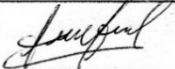
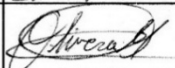
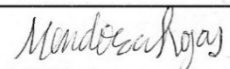
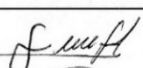

No habiendo otro tema a tratar, se da por concluida la presente asamblea, siendo las 15:00, firmando los presentes en el acta en señal de conformidad.

The block contains several official blue ink stamps and handwritten signatures. The stamps include: 'TENIENTE GOBERNADOR CUTERVO C.P. PALMAS DE TINYAYOC', 'UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL LEONARDO QUERRERO GUEZ DIRECCION RAMBRAN CUTERVO', 'RONDAS CAMPESINAS CUTERVO PRESIDENTE', 'RONDAS CAMPESINAS C.P. RAMBRAN PRESIDENTE', 'CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA Y FIDUCIARIA JUZGADO DE PAZ C.P. RAMBRAN', 'RONDAS CAMPESINAS CUTERVO SECRETARIO LAS PALMAS DE TINYAYOC', and 'TENIENTE GOBERNADOR CUTERVO C.P. RAMBRAN'. Handwritten signatures are present over and around these stamps, including one that appears to read 'Hernández Rojas'.

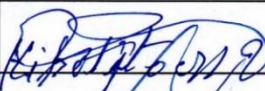


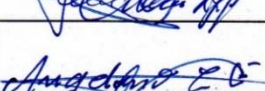
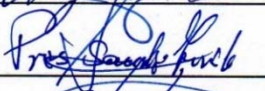

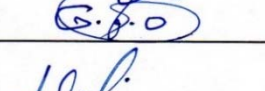

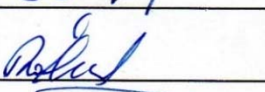

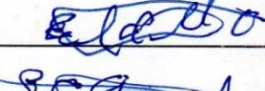

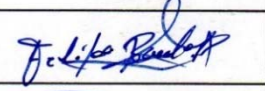

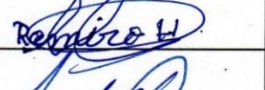

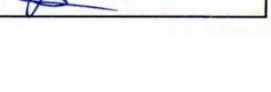



Documento N° 1.4: Acta de sesión extraordinaria con las autoridades y pobladores de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas De Tinyayoc y Rambrán 2 de 5.

| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | FIRMA |
|----------------------------------|----------|---|
| Sabino Laica Rojas | 44005594 |  |
| Natalio Laica Diaz | 27378619 |  |
| Emperatriz Rojas Mestosa | 44958494 |  |
| Ermitiano Rojas Vallejos | 42496664 |  |
| Oblitas Espinoza Monsalve | 43529830 |  |
| Segundo B. Segundo B. | 43784911 |  |
| Rojas José Vallejos Lopez | 27246811 |  |
| Rojas Mendoza Jose Ramos | 27242007 |  |
| Nancy Tomateo Cerón | 48059145 |  |
| Espinoza Llanos María Berselka. | 43726537 |  |
| Lopez Chavez Elena. | 43895475 |  |
| Ramirez Mena Francisco | 27593904 |  |
| Castillo Vallejos Segundo | 27418315 |  |
| Vasquez Astenitas José Elmor | 46361557 |  |
| Yolanda Monsalve Menor | 27391499 |  |
| Lopez Rojas Javier | 27394022 |  |
| Lopez Monsalve María Edis | 47006885 |  |
| Monsalve Lopez Adelio | 43951255 |  |
| FIDEL GUERRERO VASQUEZ | 272850 |  |
| Jose Delmer Sayaverde Pariafonta | 46465798 |  |

Documento N° 1.4: Acta de sesión extraordinaria con las autoridades y pobladores de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas De Tinyayoc y Rambrán 3 de 5.

| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | FIRMA |
|---------------------------------|----------|---|
| RENAN CASTILLO DELGADO | 27288664 |  |
| Leopoldo Espinoza Fernández | 27379385 |  |
| López Ayala Teonila | 42217039 |  |
| Fernandez Llanos Selvina | 44956860 |  |
| MUNOZ TAPIA EMELINA | 80170561 |  |
| Rojas Vallejos María Dedicación | 44710486 |  |
| Nelva Chudgen Vela | 46001155 |  |
| María Doris Fernandez Astonitas | 44228916 |  |
| Lidia Mejia Diaz | 27428117 |  |
| Vega Mena Lidia | 80555304 |  |
| Ruiz Sánchez Vaseliza | 41560126 |  |
| Emperatriz Rojas Mestanza | 44958494 |  |
| María Catalina Mena Torres | 43631558 |  |
| Reyna Rojas Fernández | 45691180 |  |
| Orfelina Rojas Lopez | 45691198 |  |
| Delaída Carrasco Menor | 45691203 |  |
| Maricela Llanos Olivera | 45672897 |  |
| María Lara Mendoza Rojas | 43788847 |  |
| Fernandez Llanos Selvina | 44956860 |  |
| Normira Vallejos Nuñez | 80308673 |  |

Documento N° 1.4: Acta de sesión extraordinaria con las autoridades y pobladores de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas De Tinyayoc y Rambrán 4 de 5.

| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | FIRMA |
|--------------------------------|-----------|---|
| Hipólito Mestanza Vasquez | 27 377693 |  |
| Segundo Norvil Olivera Haues | 42958813 |  |
| Segundo F Mestanza Guerrero | 47424449 |  |
| Guillermo AGUIR ASTORITAS | 27377714 |  |
| Angelino C. Errasco Espinoza | 27378466 |  |
| Presbitero Sanchez Tarrillo | 27377691 |  |
| José Reynario Castillo Vasquez | 43787912 |  |
| Gregorio Lopez Olivera | 27377296 |  |
| José Bustamante Comasco. | 43289983 |  |
| Jose Lopez CHAVEZ. | 43181975 |  |
| Rogelio Sánchez Bustamante | 27379284 |  |
| Atilano Hoyos Acuña | 27377741 |  |
| Emiliano BANDA COPIA. | |  |
| SEGUNDO ILARIO MARRUFO | 27477321 |  |
| SEGUNDO BANDA Lopez. | |  |
| Felipe BANDA BUSTAMANTE. | 27282332 |  |
| Idelso Carrasco Chavez. | 47954314 |  |
| Ramiro Hoyos Acuña | 27377952 |  |
| Aristoteles MESTANZA LUCANO | 27377950 |  |
| Juan Corraza Menor | 41944774 |  |

[illegible]

Documento N° 1.5: Declaración Jurada.

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE CRAU"

DECLARACIÓN JURADA

Yo, WILDER ALEX SÁNCHEZ PINEDO, identificado con DNI: 45673138, con domicilio en la calle Manuel Gonzales Prada # 154, C.P.M. Ricardo Palma del Distrito de Chiclayo y JOHN DENIS ZAMORA DÍAZ, identificado con DNI: 72496874, con domicilio en Amazonas # 863 – Campodónico del Distrito de Chiclayo, alumnos de la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo; declaramos BAJO JURAMENTO que el proyecto de tesis denominado **"DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC- RAMBRAN, DISTRITO DE CUTERVO, CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"**, no ha sido, ni viene siendo realizado por ninguna persona o institución, sometiéndonos a las sanciones que disponga la Universidad, por la cual firmamos el presente documento en señal de veracidad.



WILDER ALEX SÁNCHEZ PINEDO

DNI: 45673138



JOHN DENIS ZAMORA DÍAZ

DNI: 72496874

ERTIFICO: QUE LAS FIRMAS QUE ANTECEDEN CORRESPONDEN

WILDER ALEX SANCHEZ PINEDO
JOHN DENIS ZAMORA DIAZ

IDENTIFICADOS (AS) DNI N° 45673138
DNI N° 72496874

EL NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. ART. 108° DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1049

CHICLAYO,

07 NOV 2016



ANEXO N° 02: ESTUDIO TOPOGRÁFICO

1. ANTECEDENTES

En toda la historia de la humanidad, los caminos han sido el medio de desarrollo de las civilizaciones. Y en la actualidad, la carretera, que es el camino motorizado que la tecnología pone a nuestro servicio, es una demanda social equiparable a la vivienda, la enseñanza o la sanidad. Convirtiéndose en una necesidad.

Según el último registro de la infraestructura vial del país publicado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones nuestro país cuenta con 165,372Km de carreteras, que se clasifican en tres redes: nacional (16.0%), departamental (14.7%) y vecinal (69.3%). Con respecto al estado de las vías, se encuentran pavimentadas 14.37%, y no pavimentadas el 85.63 %.

En el departamento de Cajamarca la estructura vial existente tiene una dimensión de 14,721 Km; de los cuales 1,355 Km están pavimentadas y 13,366 Km no pavimentadas, de estas el 38% afirmadas, 17% sin afirmar y los otros 45% a nivel de trocha. En cuanto al estado y/o condiciones de infraestructura de la red vial, las carreteras, rehabilitadas y/o mejoradas se encuentran en malas condiciones por falta de mantenimiento adecuado. El nivel de transitabilidad varía entre malo y muy malo. En el caso de los caminos de trocha se encuentran en precarias condiciones.

2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar la Carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc - Rambrán, en el distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2016. A fin de mejorar la calidad de vida de la población y generar mejores oportunidades de salud, educación y económica; con el planteamiento de las herramientas técnicas necesarias para su ejecución.

3. NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.

4. UBICACIÓN

Departamento : Cajamarca.

Provincia : Cutervo.

Distrito : Cutervo.

Localidad : Mamaruribamba Bajo – Las Palmas De Tinyayoc – Rambrán.

5. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Se ha realizado la inspección de campo del área de influencia del proyecto para observar la zona y tener una mejor percepción del problema que vive las comunidades que serán beneficiadas.

6. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Red de control horizontal

Conjunto de procedimientos y operaciones en campo y gabinete destinados a determinar las coordenadas horizontales de puntos situados sobre la superficie terrestre. Para el presente estudio se utilizó el método de poligonación para establecer la red de apoyo horizontal que a continuación se detalla.

En una poligonación se parte de alguna posición y azimuth conocido hacia algún otro punto, después se mide los ángulos y las distancias a lo largo de una línea de puntos

de levantamiento. Si la poligonal regresa a su punto de partida se le llama poligonal cerrada, cuando esto último no sucede se dice que la poligonal es abierta.

Se define como poligonación al método de levantamiento horizontal consistente en un conjunto de líneas conectadas por sus extremos en forma sucesiva, en la que se mide todas las distancias y se observan todos los ángulos, con el propósito último de determinar las coordenadas de los puntos que constituyen los extremos de cada línea. El método ofrece las ventajas de una mayor flexibilidad, cubrimiento relativamente rápido y economía.

Desde que se dispone de equipos electrónicos para la medición de distancias la precisión de los levantamientos por poligonación ha aumentado significativamente; con las medidas angulares puede calcularse la dirección de cada lado de la poligonal y con las medidas de longitud de las líneas se podrá calcular las coordenadas de cada uno de los puntos de la poligonal.

Medición de Ángulos Horizontales y Verticales

La medición de los ángulos horizontales se efectuó con una Estación Total, la cual elimina los errores del cálculo de ángulos horizontales y verticales que se producen normalmente en los teodolitos convencionales. El principio de lectura está basado en la lectura de una señal integrada sobre la superficie completa del dispositivo electrónico horizontal y vertical y la obtención de un valor angular medio. De esta manera, se elimina completamente la falta de precisión que se produce debido a la excentricidad y a la graduación, el sistema de medición de ángulos facilita la compensación automática en los siguientes casos:

- Corrección automática de errores del sensor de ángulos.
- Corrección automática del error de colimación y de la inclinación del eje de muñones.
- Corrección automática de error de colimación del seguidor.
- Cálculo de la medida aritmética para la eliminación de los errores de puntería.

7. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS TOPOGRAFICOS

Previamente se realizó el reconocimiento del terreno etapa en la cual se investiga, razona y se deduce el método más apropiado para llevar óptimamente el trabajo de campo que consistió en lo siguiente:

a.- Georeferenciación del punto fijo y documentación del mismo (hitos de concreto) en base a la Red Geodésica Mundial WGS-84(Sistema de Posicionamiento Global), este punto a su vez sirve de base para tomarlo como BM y a partir de ese punto colocar los BMs necesarios de acuerdo a los requerimientos de los términos de referencia. Los cuales han sido colocados mediante nivelación geométrica de ida y de vuelta.

b.- Trazado y estacado de la poligonal de apoyo en la línea de conducción, la cual se ha estacado cada 20 metros y seccionado entre 30 a 50 metros a cada lado de la poligonal de acuerdo a lo coordinado con el supervisor en campo. Cabe indicar que los vértices de la poligonal se han medido mediante Estación Total y estos vértices se han referenciados mediante elementos existentes en el terreno.

c.- Levantamiento Topográfico con Estación Total marca Leica TS02 en el área del proyecto partiendo de los Hitos de madera obteniendo los datum topográficos de los terrenos de propiedad de los beneficiarios (previamente identificadas y numeradas

por las brigadas sociales), linderos de predios o parcelas, caminos, postes de media o alta tensión, drenes, estructuras, y otros.

CUADRO DE BMS SISTEMAS WGS 84

| PUNTO | NORTE | ESTE | COTA |
|-------|-------------|------------|----------|
| BM-1 | 9280150.376 | 744866.028 | 2485.00 |
| BM-2 | 9280255.577 | 744655.751 | 2459.891 |
| BM-3 | 9279848.617 | 744575.414 | 2440.921 |
| BM-4 | 9279648.491 | 744393.383 | 2396.255 |
| BM-5 | 9279628.635 | 744236.154 | 2342.404 |
| BM-6 | 9279486.938 | 744010.669 | 2304.342 |
| BM-7 | 9279732.568 | 744090.932 | 2257.459 |
| BM-8 | 9279917.888 | 743833.708 | 2176.113 |
| BM-9 | 9280544.223 | 743188.443 | 2068.943 |
| BM-10 | 9280482.004 | 742735.346 | 1990.986 |
| BM-11 | 9280368.774 | 742374.114 | 1932.19 |

8. INSTRUMENTACION Y PERSONAL

- 1 estación total marca Leica TS02
- 1 trípode metálico Leica
- 2 prisma Modelo Leica con su porta prisma
- 2 bastones telescópicos metálicos de 2.5 m
- 1 cable de transmisión de datos
- 1 GPS GARMIN 64s
- 3 radios comunicadores

Personal empleado.

- 1 topógrafo
- 9 ayudante
- 1 dibujante CAD.

Herramientas y Materiales

- Estacas
- Pintura
- Machetes
- Wincha

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La zona donde se ejecutará el proyecto presenta pendientes entre 50 y 100%.
- Se recomienda conservar los hitos y estacas marcados en el momento del levantamiento para un posterior replanteamiento.

10. PANEL FOTOGRÁFICO

Imagen N° 1.- Levantamiento Topográfico con Estación Total



Imagen N° 2.- Instrumentos y equipos de topografía



Imagen N° 3.- Cuadrilla de trabajo

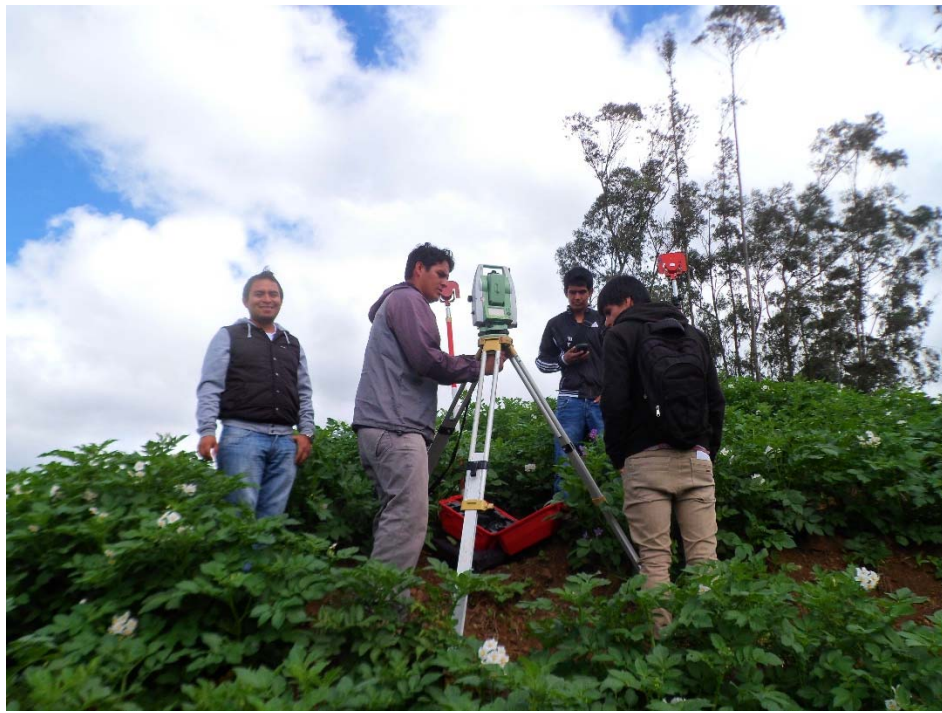


Imagen N° 4.- Colocación de BMs



Fuente: Propia.

ANEXO N° 03: ESTUDIOS DE SUELOS

El estudio de la Mecánica de Suelos, relacionado con el diseño de las estructuras, es de mucha importancia; ya que dicho estudio nos indica el comportamiento de un suelo, sobre el que se cimentará una determinada estructura, por lo que es necesario extraer muestras de suelos y llevarlos al laboratorio para su respectivo estudio.

Un buen estudio de suelo, permitirá tomar las medidas correctivas a fin de no agravar, en el futuro el costo de la conservación de las estructuras diseñadas y a la vez, poder determinar los procesos de excavaciones compatibles, ancho de zanjas, profundidad y entubamiento, además de conocer el nivel freático y los perfiles estratigráficos del subsuelo, del cual se conocerá los diferentes tipos de materiales que forman el subsuelo a diferente profundidad.

Los estudios de Mecánica de Suelos, para el presente proyecto, permitirán conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, donde estará ubicada la carretera proyectada y sus respectivas obras de arte.

Para el estudio correspondiente se ha tenido en cuenta lo que nos indica el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Título III, Capítulo II, E.050.

3.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

El propósito del Estudio de Suelos del terreno que va a soportar las estructuras, es determinar aquellos datos básicos, necesarios para realizar un adecuado proyecto de la obra.

De acuerdo con esto, el reconocimiento del terreno nos va a suministrar los siguientes datos:

- Determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.
- Determinación de los parámetros y propiedades físicas y mecánicas de aquellos suelos que puedan condicionar el diseño de la cimentación y que, por otra parte, permitan estimar la capacidad de carga de los terrenos que van a soportar las estructuras y la carpeta de rodadura.
- Estratificación, inclinación y espesor de las diferentes capas.
- Localización del nivel freático.
- La relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos compactados.
- Contenido óptimo de la compactación del suelo.

3.2 ASPECTOS GENERALES.

Los trabajos de mecánica de suelos realizados en la zona de estudio de la trocha carrozable, se han desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo que permitan establecer los criterios de diseño de la carpeta de rodadura y las distintas obras de arte a ser proyectadas.

Los trabajos se desarrollaron en tres etapas; inicialmente los trabajos correspondientes a la recolección de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño.

Los trabajos de campo se orientaron a explorar el sub suelo, mediante la ejecución de exploración a cielo abierto (calicata), con una profundidad mínima de 1.50m en el recorrido de la trocha carrozable y de 2.45 m en algunos puntos para la realización del ensayo de corte directo, medido desde el nivel aproximado del sub suelo, distribuidas a cada 1000 m en el área de estudio; y para el ensayo de Proctor modificado se realizó a una distribución de cada 3000m. Se tomaron muestras distribuidas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al Laboratorio de Concreto, Mecánica de Suelos y Pavimentos - USAT.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, la que servirán de base para determinar las características de diseño.

En el presente estudio se adjunta la información: Planos de Ubicación de calicatas, Perfil Estratigráfico, Resumen de Ensayos de Laboratorio, Ensayos de Laboratorio, Panel Fotográfico y Registros de Exploración de Calicatas.

3.3 TRABAJOS DE CAMPO.

3.3.1 RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL DEL TERRENO.

En forma previa a la excavación de calicatas, se ha efectuado un recorrido de reconocimiento e identificación de las zonas de mayor importancia y criticidad estableciéndose los puntos en donde se efectuarán las calicatas. Estos puntos han sido establecidos y referidos a su ubicación a las progresivas establecidas del área de estudio.

Los trabajos señalados tienen la finalidad de conocer, en forma preliminar, los tipos de suelos que conforman la estratigrafía subyacente al área de proyecto, a través de la observación de las características y parámetros físicos y mecánicos del suelo superficial.

3.3.2 EXPLORACIONES DE CAMPO.

Las exploraciones de campo se orientaron a la observación e identificación de los suelos, dentro de la profundidad estudiada, obteniéndose muestras representativas para su análisis en laboratorio, las mismas que han sido procesadas de acuerdo a la metodología y normatividad vigente. Para la longitud total del proyecto (6.774Km) se han excavado un total de 11 calicatas de las cuales, 10 calicatas de una profundidad mínima de 1.50m, correspondiendo 01 calicata cada 1000m, y 1 calicata de una profundidad mínima de 2.450 m, en un punto específico, el cual se encuentra representado en el plano de ubicación de calicatas.

3.3.3 INSPECCIÓN IN SITU

Para la observación e inspección visual en mismo terreno, con fines de una clasificación preliminar, se ha efectuado un perfilado en cada una de las calicatas excavadas, en las que se ha efectuado la inspección In Situ, determinándose las principales características de cada estrato, de acuerdo a una apreciación visual.

De conformidad con la inspección efectuada y de acuerdo al registro de campo, de la clasificación visual – manual de los suelos observados y; de

acuerdo a los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), basados en la norma ASTM D-2487; se efectuó una calificación preliminar del sub suelo, dentro de la profundidad estudiada, reconociéndose los estratos, de acuerdo a sus principales características físicas.

3.3.4 OBTENCIÓN DE MUESTRAS.

Las actividades para desarrollar el presente estudio, tiene como base los trabajos de campo; realizados para la obtención de muestras en los estratos identificados en la inspección in situ, observación de la estratigrafía y clasificación se suelos representativos.

Estos trabajos han consistido en la excavación de las calicatas a lo largo del área a cielo abierto, ubicadas estratégicamente, las mismas que han sido codificadas en forma secuencial mediante la letra "C" y un número correlativo en cada tramo, a fin de identificarlas en la apreciación visual de la estratigrafía, consistencia natural.

- Muestras Alteradas. Son aquellas en las que no se conservan las condiciones naturales o la estructura misma del suelo.

En el presente estudio se han obtenido 23 muestras alteradas, resultantes de las 11 calicatas realizadas, las cuales fueron llevados al Laboratorio de Concreto, Mecánica de Suelos y Pavimentos - USAT, las mismas que han servido para determinar las propiedades físicas del suelo, así como su respectiva clasificación y definición de su estratigrafía.

Muestras Inalteradas. Son aquellas que cuando son extraídas se trata de conservar sus características naturales; lo más simple es cortar un trozo de suelo del tamaño deseado (generalmente de 30 x 30 x 30 cm) cubriéndolo con parafina para evitar la pérdida de humedad y empacándolo debidamente para su envío al laboratorio.

Otra de las formas para la obtención de muestras inalteradas, es introduciendo un pedazo de tubo de PVC de 4 pulg. de diámetro y de 30 cm. de longitud (en nuestro estudio, se ha usado esta forma de obtención).

Para el presente estudio se obtuvieron 1 muestra inalterada, resultantes de 1 calicata – calicata C 7, ubicada en la alcantarilla.

Las muestras obtenidas han sido acondicionadas en forma adecuada para su transporte al laboratorio, a fin de efectuar los ensayos correspondientes.

3.4 NORMATIVIDAD DE ENSAYOS.

La Normatividad a utilizar para estudiar las muestras extraídas de las calicatas efectuadas, serán las siguientes según el tipo de ensayo que se realizara:

| ENSAYO DE LABORATORIO | NORMA APLICABLE |
|--|--|
| Propiedades Físicas | |
| Análisis Granulométrico por tamizado | MTC E 107 / N.T.P. 339.128 / ASTM D - 422 |
| Límite Líquido, Limite Plástico y Índice de Plasticidad | MTC E 110 - MTC E 111 / N.T.P. 339.129 / ASTM D - 4318 |
| Contenido de Humedad | MTC E 108 / N.T.P. 339.127 / ASTM D-2216 |
| Clasificación de Suelos por el Método SUCS | ASTM D-2487 |
| Propiedades Mecánicas | |
| Corte Directo | MTC E 123 / ASTM D 3080 |
| Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado) | MTC E 115 / ASTM D- 4718 - ASTM D-4253 |
| CBR de suelos (laboratorio) | MTC E 132 / ASTM D 1883 |

Fuente: Elaboración Propia.

3.5 ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS.

Se realizaron los ensayos por cada variación estratigráfica en base a los términos de referencia y en conformidad con las especificaciones dadas en el reglamento MS-2104.

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos de las muestras de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones.

3.5.1 PROPIEDADES FÍSICAS.

En cuanto a los ensayos considerados, se puede realizar una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

3.5.1.1 **Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107 / N.T.P. 339.128 / ASTM D - 422).**

Es el ensayo más antiguo que se practica para la identificación de suelos, en él se determina el porcentaje de las partículas de los distintos tamaños que el suelo contiene. Obviamente para obtener un resultado significativo la muestra debe ser estadísticamente representativa de la masa del suelo.

Físicamente no es posible determinar el tamaño real de cada partícula independiente del suelo por lo que el ensayo solamente agrupa los materiales por rango de tamaño.

Los tamaños de las partículas nos determinan el tipo de suelo con que estamos tratando: si es suelo grueso o fino.

El método más directo para separar un suelo en fracciones de distinto tamaño es a través de un juego de tamices. Pero como la abertura de la malla más fina que se fabrica es de 0.075 mm. (malla N°200), el uso de tamices está restringido al análisis de arenas limpias, de modo que, si un suelo contiene partículas menores de dicho tamaño, previamente debe ser separado en dos partes por lavado sobre aquel tamiz.

Para suelos finos, el análisis es por un proceso de sedimentación (análisis granulométrico por vía húmeda), pero los resultados de este método tan refinado son de interés solo en relación con investigaciones de carácter científico.

La forma de medir el tamaño de las partículas del suelo grueso es mediante el cribado, consiste en pasar el material a través de una sucesión de mallas de aberturas distintas, y pesar el material retenido en cada malla, expresándolo en forma de porcentaje respecto al peso total de la muestra.

Nosotros realizamos el análisis granulométrico simplificado, al cual nos permite eliminar una serie de mallas, cuyo tamaño es apreciablemente mayor al tamaño máximo del suelo. De esta forma utilizamos las mallas num.4, 10, 20, 50, 100, y 200.

El procedimiento de cribado es aplicable solamente a las partículas gruesas del suelo, es decir a las mayores a 0.075mm, representada por la malla número 200. Debido a esta condición, primeramente separamos las partículas gruesas de las finas a través de un lavado, el cual consiste en mezclar el suelo con agua, permitiendo que las partículas finas queden suspendidas en el líquido y se filtren a través de la malla N° 200, el análisis granulométrico para las partículas finas se determinó por medio de la prueba del hidrómetro, el cual describiéremos más adelante.

Son de interés los siguientes parámetros:

Diámetro eficaz (D₁₀): Abertura del tamiz por la que pasa el 10% de partículas del suelo. Juega un importante papel en el valor de la conductividad hidráulica del suelo.

Coeficiente de uniformidad: Determina la uniformidad del suelo. Un suelo con $C_u < 2$ se considera uniforme, mientras que un valor de $C_u > 10$ indica que se trata de un suelo de una granulometría muy diversa.

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

Siendo D₆₀ la luz del tamiz por la que pasa el 60 % de partículas del suelo.

Coeficiente de concavidad: Proporciona información sobre si el suelo está

bien o mal graduado. Un suelo bien graduado tiene proporciones equilibradas de arena, limo y arcilla. Si hay tamaños de partícula no presentes estará mal graduado. Un valor cercano a uno indica que el suelo está bien graduado, mientras que valores mucho menores o muchos mayores indican suelos con una granulometría muy diversa. En general los suelos bien graduados se compactan mejor y pueden adquirir permeabilidad y deformabilidad más bajas.

$$Cc = (D_{30}^3) / (D_{60} \times D_{10})$$

Siendo D_{30} la luz del tamiz por la que pasa el 30 % de partículas del suelo.

Se describe al suelo de acuerdo con el tamaño de sus partículas de la siguiente manera:

Rocas: Para partículas mayores de 15.00 cm. hasta los 30.00 cm. se les denomina Piedras o Bolos; las partículas mayores de 30.00 cm. se denominan bloques.

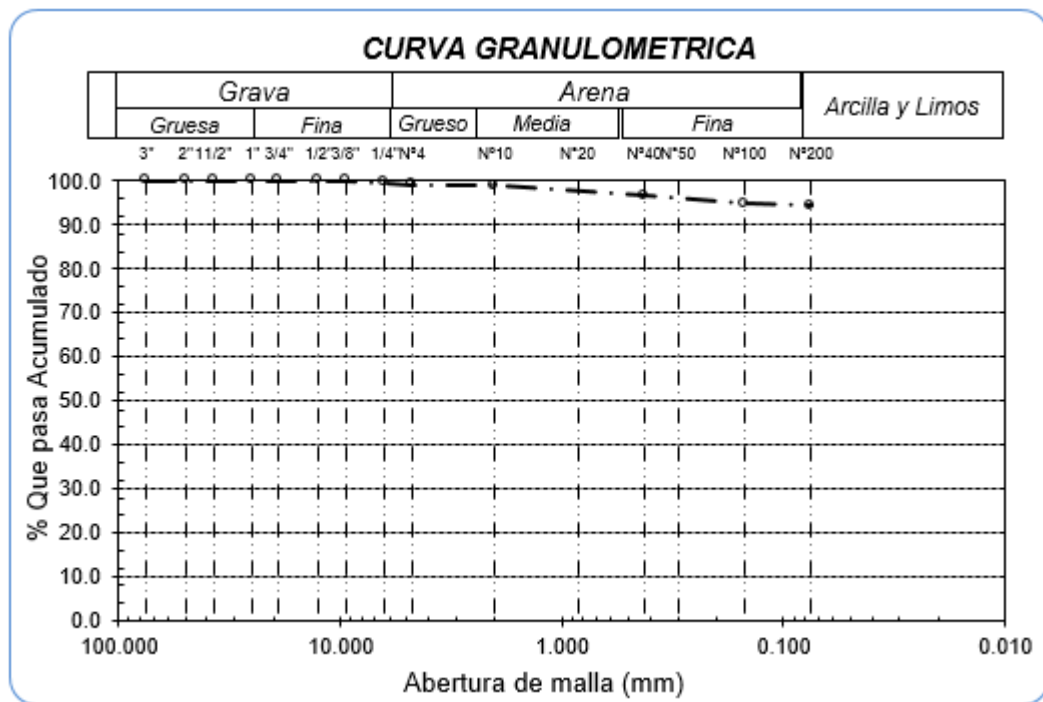
Suelos: Se considera suelo cuando el diámetro máximo de las partículas que lo conforman es 15.00 cm., existen dos tipos de suelos que se describen de la siguiente manera:

Suelos Gruesos: Aquellos cuyas partículas minerales son mayores de 0.074 mm. y menores de 15.00 cm. de diámetro máximo, dentro de éstos encontramos a las gravas (de 4.76 mm. a 15.00 cm.) y a las arenas (de 0.074 mm. a 4.76 mm.).

Suelos Finos: Aquellos cuyo tamaño de partículas minerales es menor de 0.074 mm., dentro de éstos encontramos a los limos (de 0.02 mm. a 0.074 mm.) y a las arcillas (de 0.02 mm a menos).

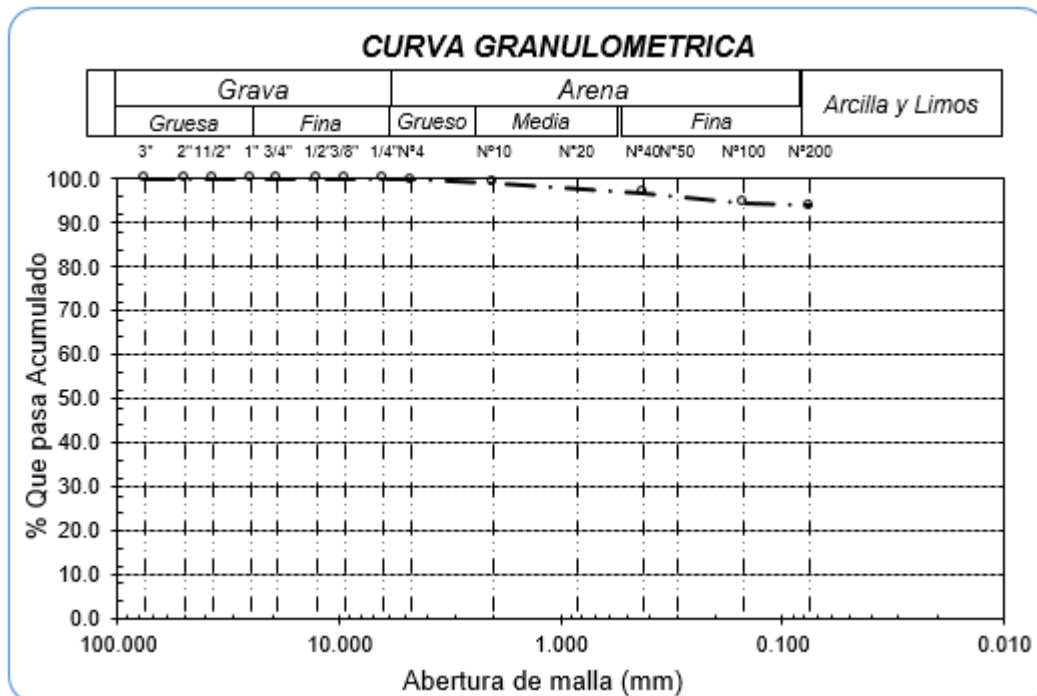
A continuación se presenta los gráficos de curvas granulométricas de cada una de las muestras extraídas de las calicatas realizadas.

Gráfico N° 01: Curva Granulométrica C-1-M1.



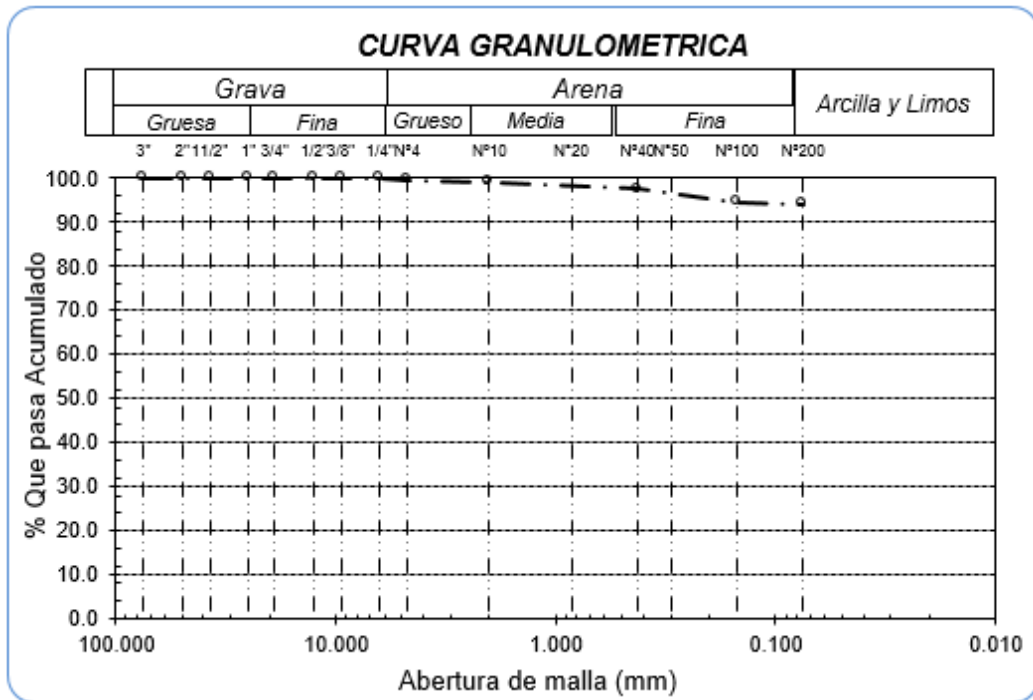
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 02: Curva Granulométrica C-1-M2.



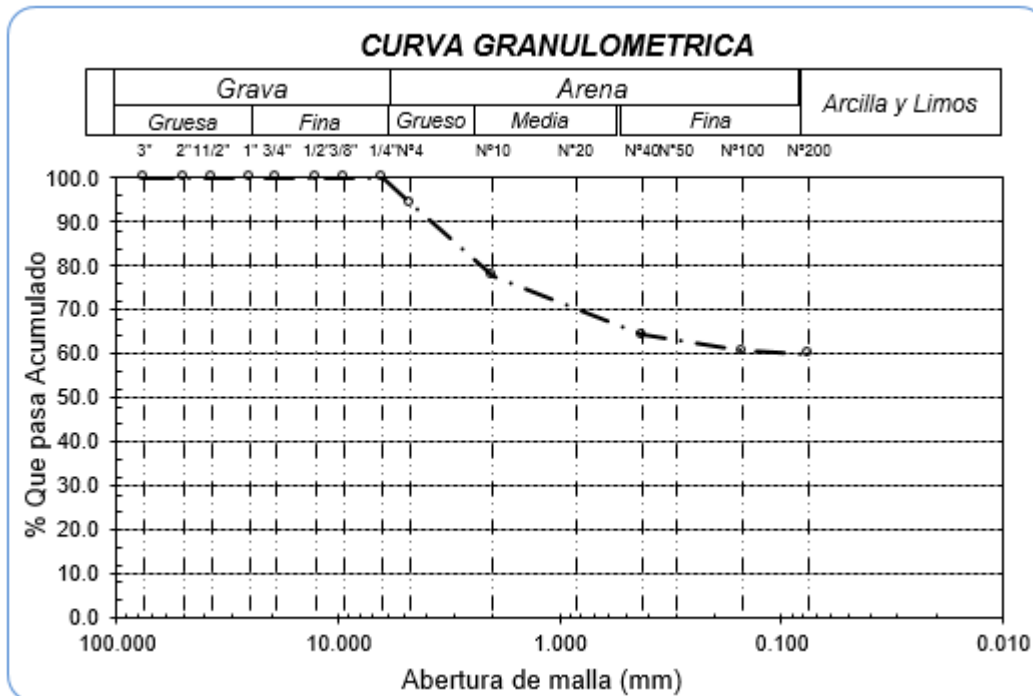
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 03: Curva Granulométrica C-1-M3.



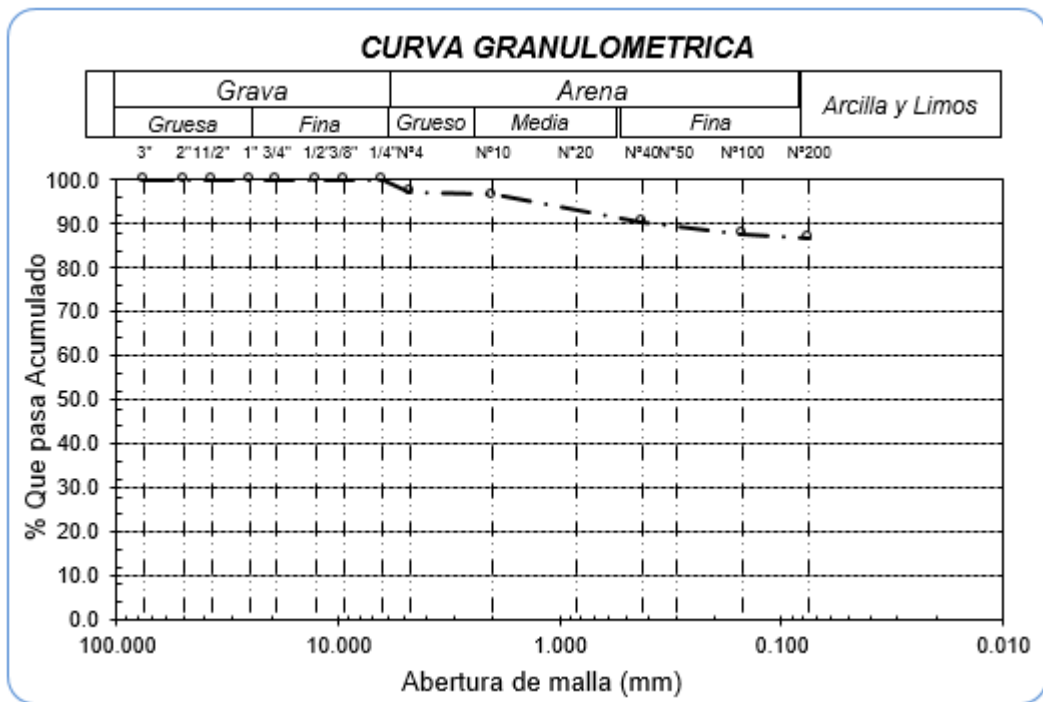
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 04: Curva Granulométrica C-2-M1.



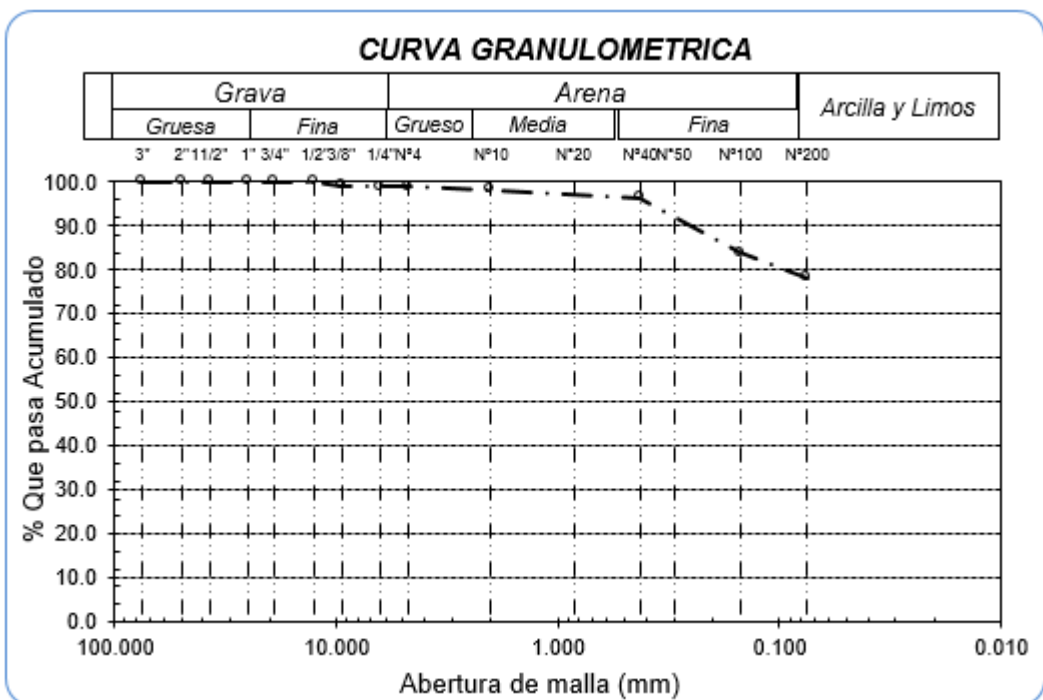
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 05: Curva Granulométrica C-2-M2.



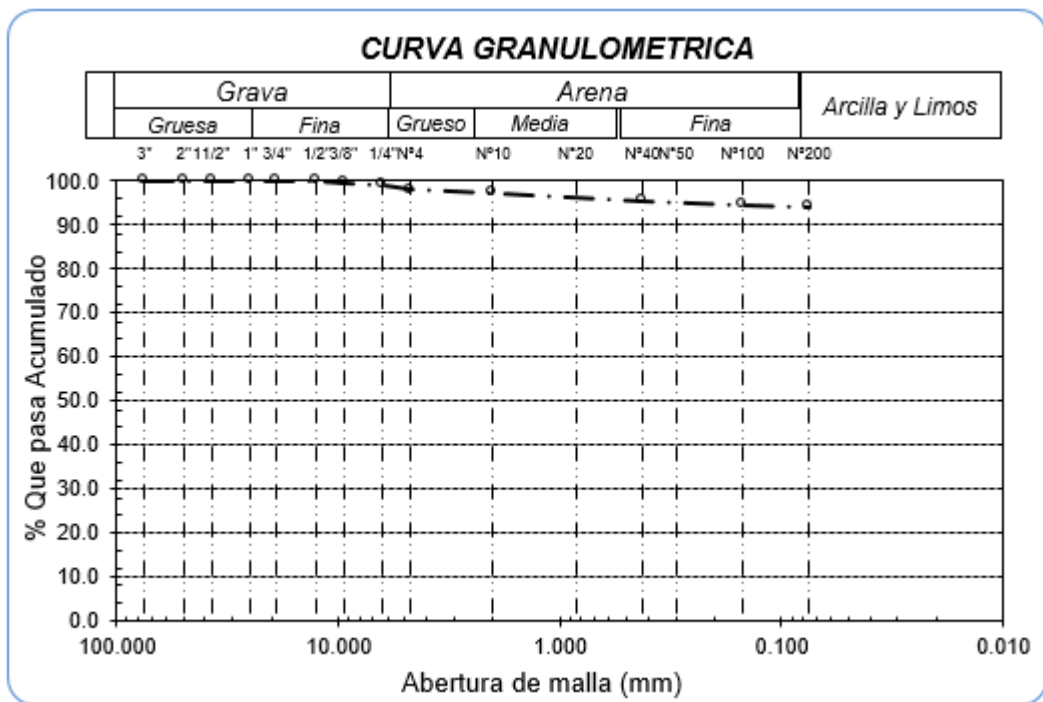
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 06: Curva Granulométrica C-2-M3.



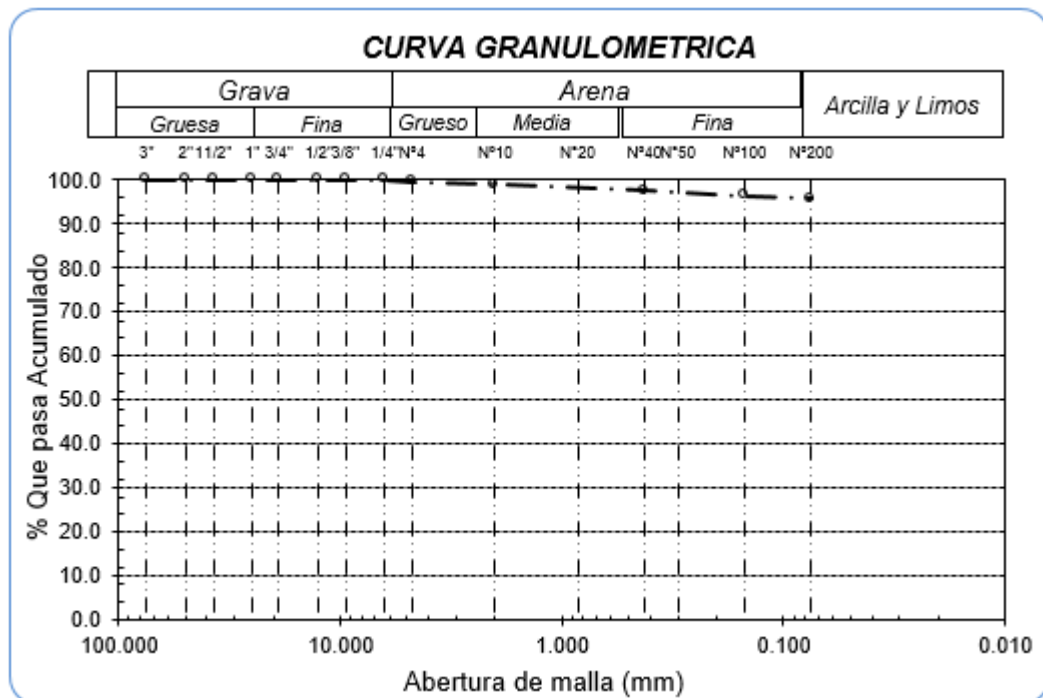
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 07: Curva Granulométrica C-3-M1.



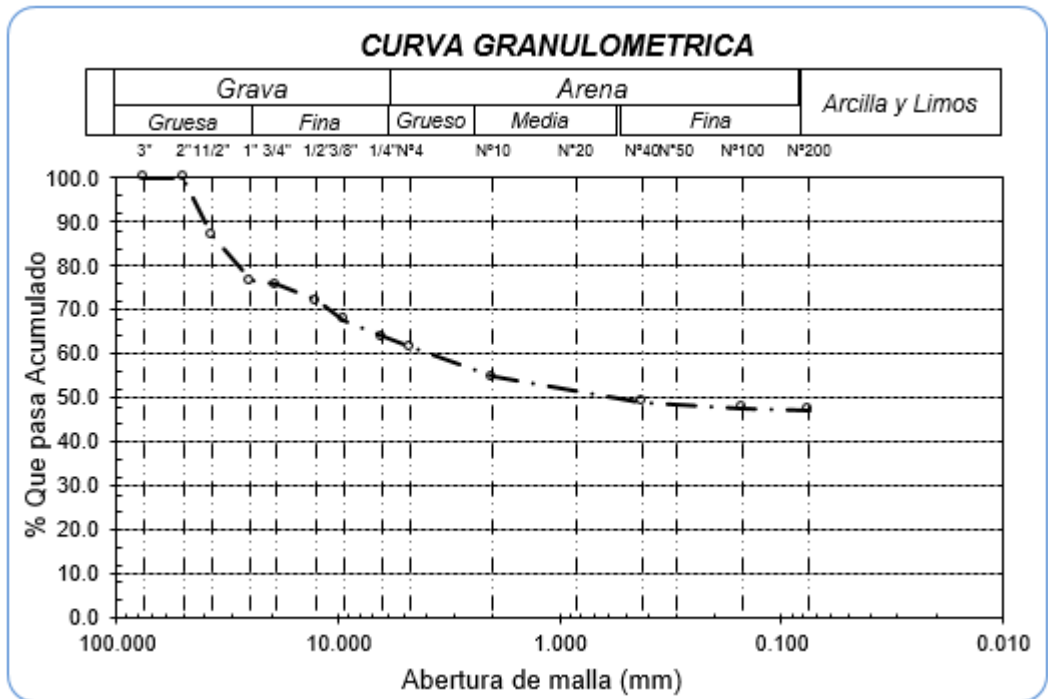
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 08: Curva Granulométrica C-3-M2.



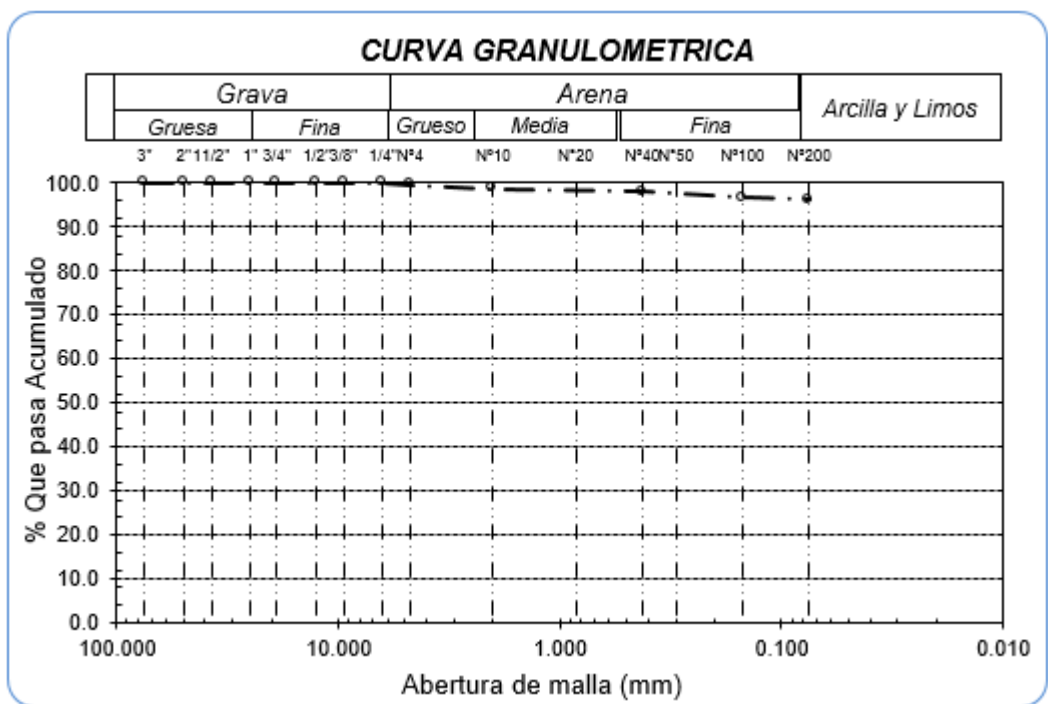
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 09: Curva Granulométrica C-4-M1.



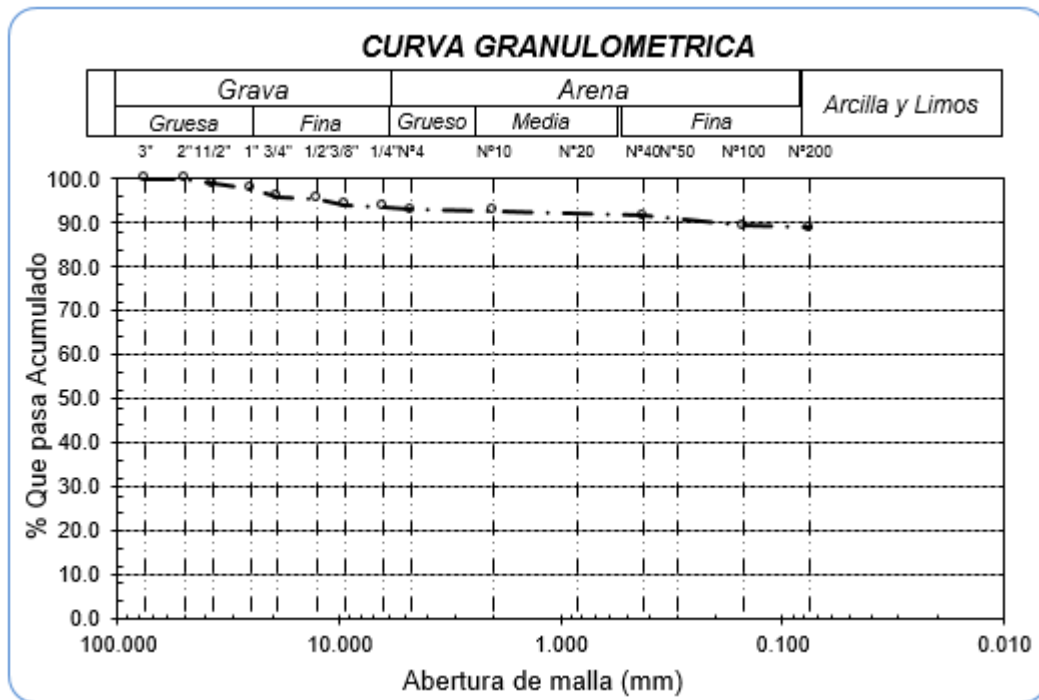
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 10: Curva Granulométrica C-4-M2.



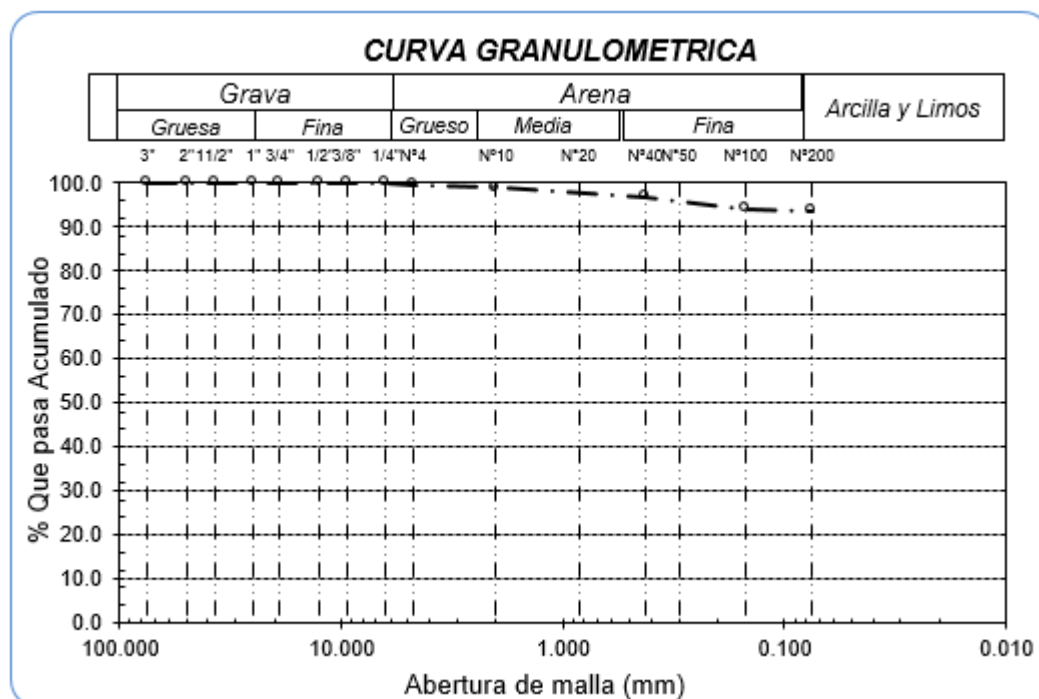
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 11: Curva Granulométrica C-5-M1.



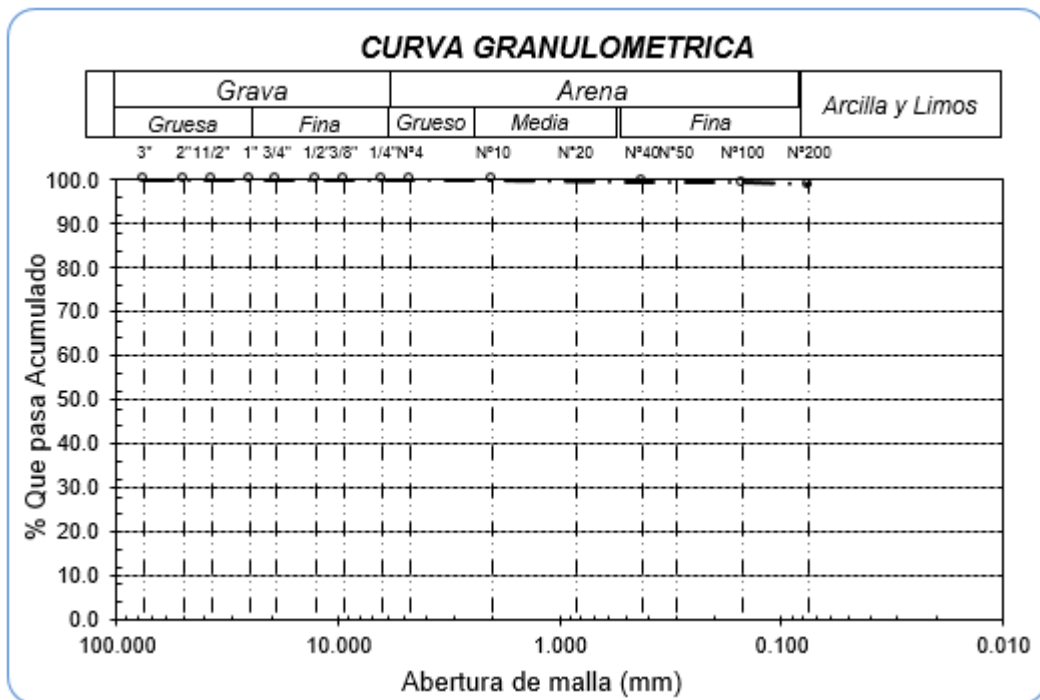
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 12: Curva Granulométrica C-5-M2.



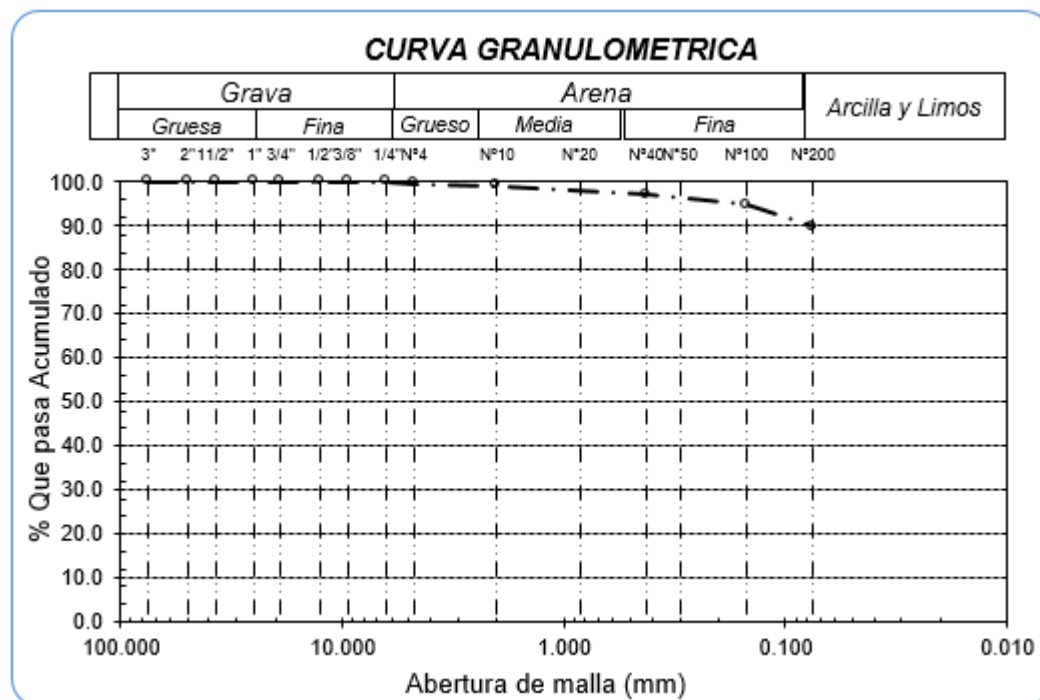
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 13: Curva Granulométrica C-6-M1.



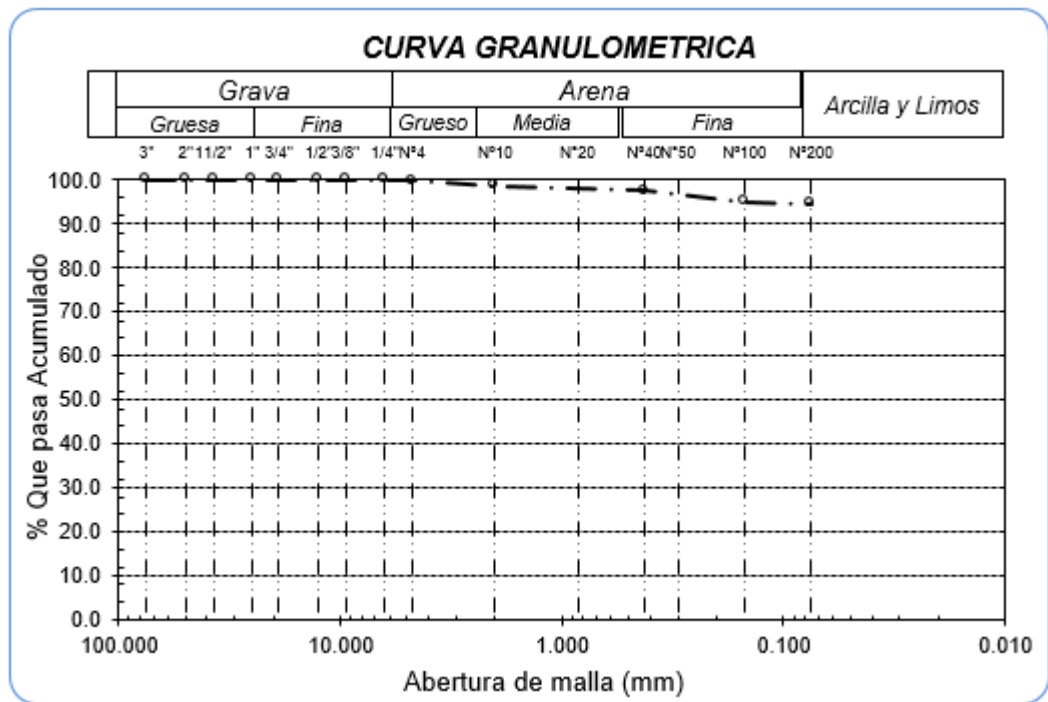
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 14: Curva Granulométrica C-7-M1.



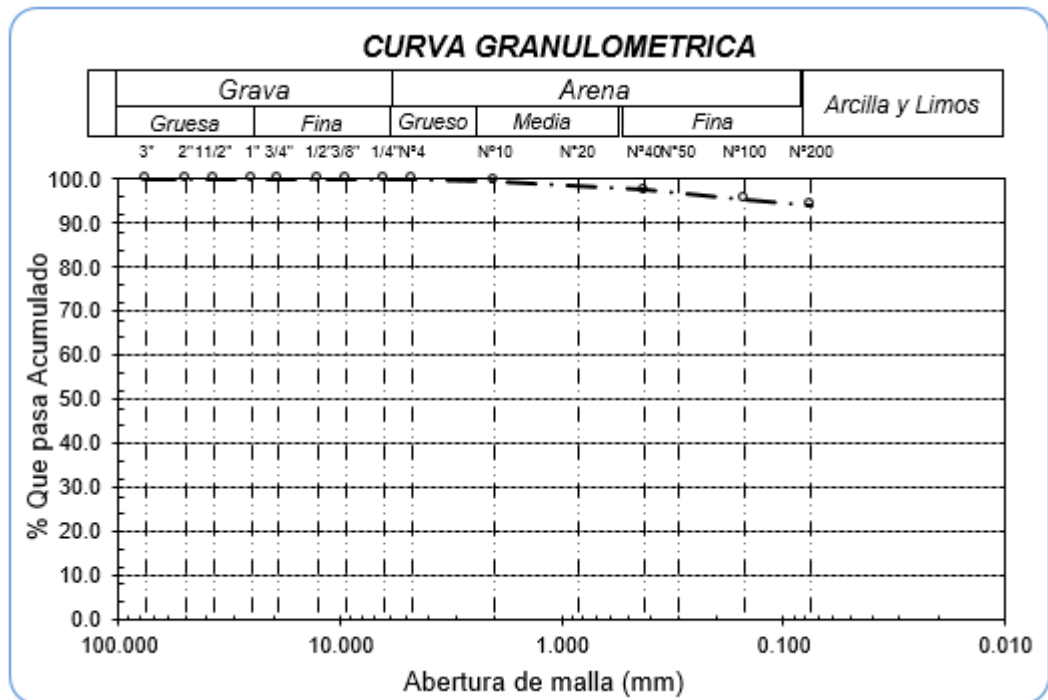
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 15: Curva Granulométrica C-7-M2.



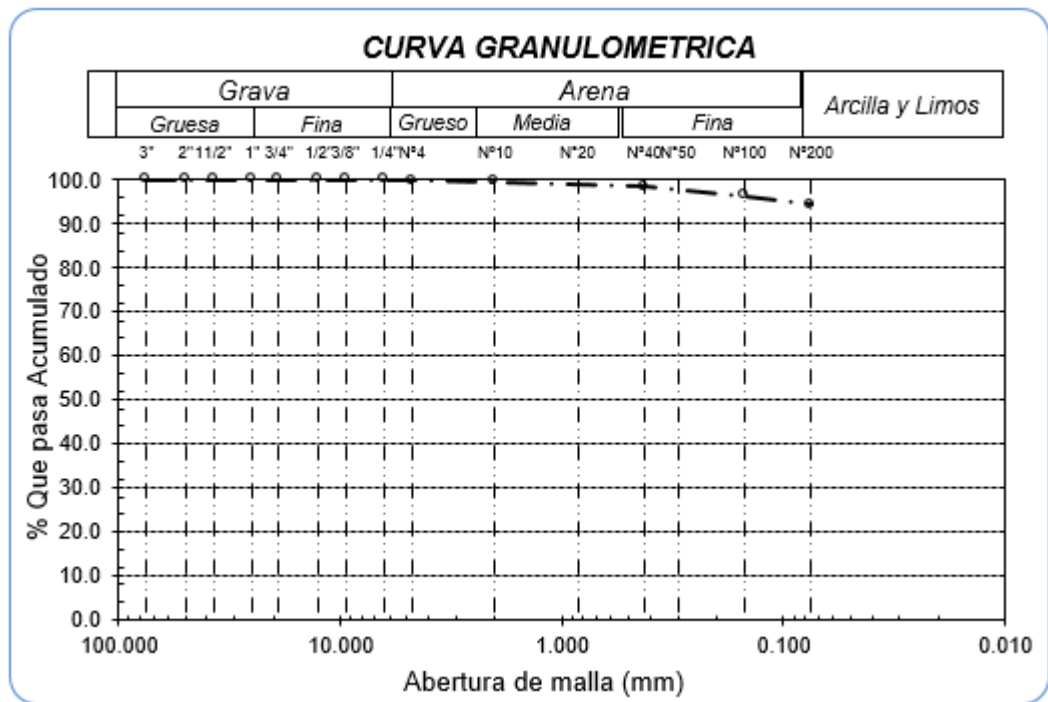
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 16: Curva Granulométrica C-8-M1.



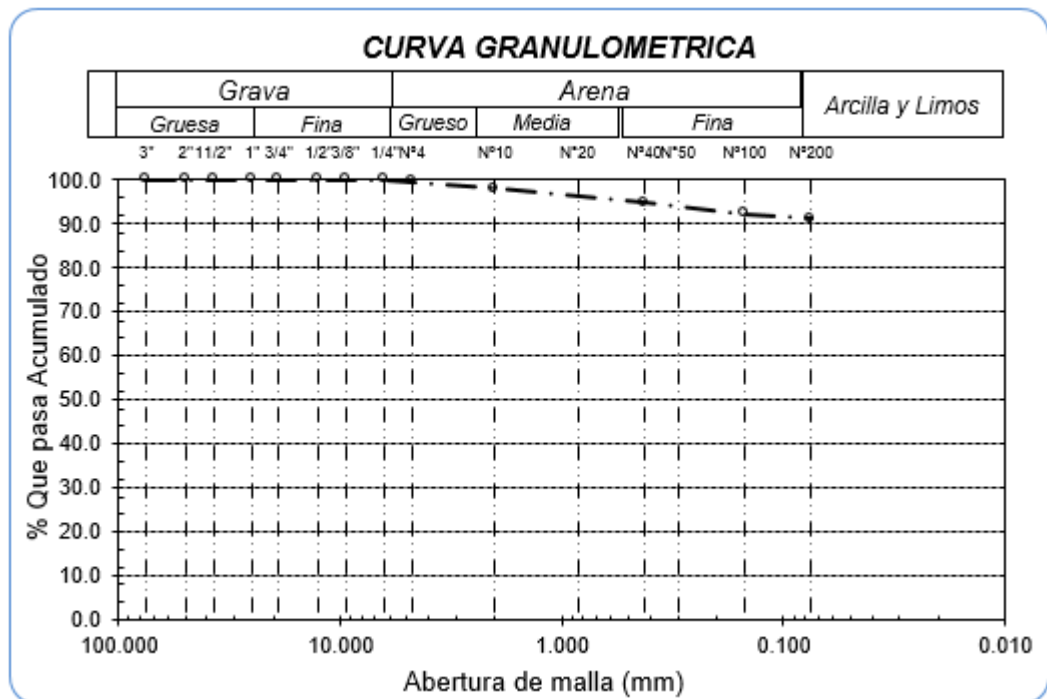
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 17: Curva Granulométrica C-8-M2.



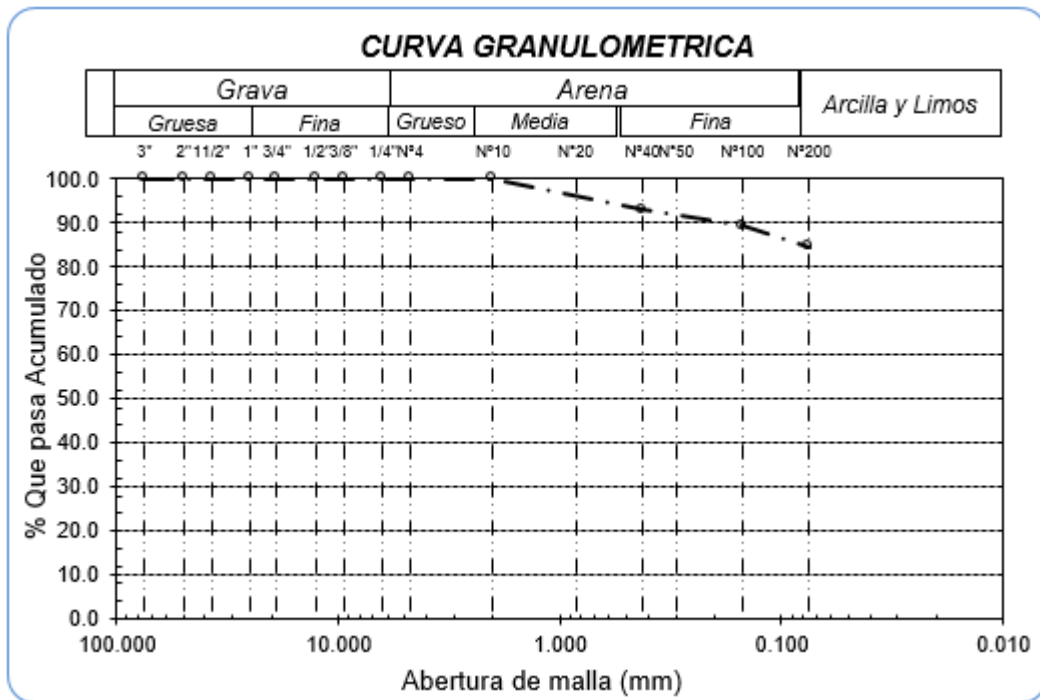
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 18: Curva Granulométrica C-9-M1.



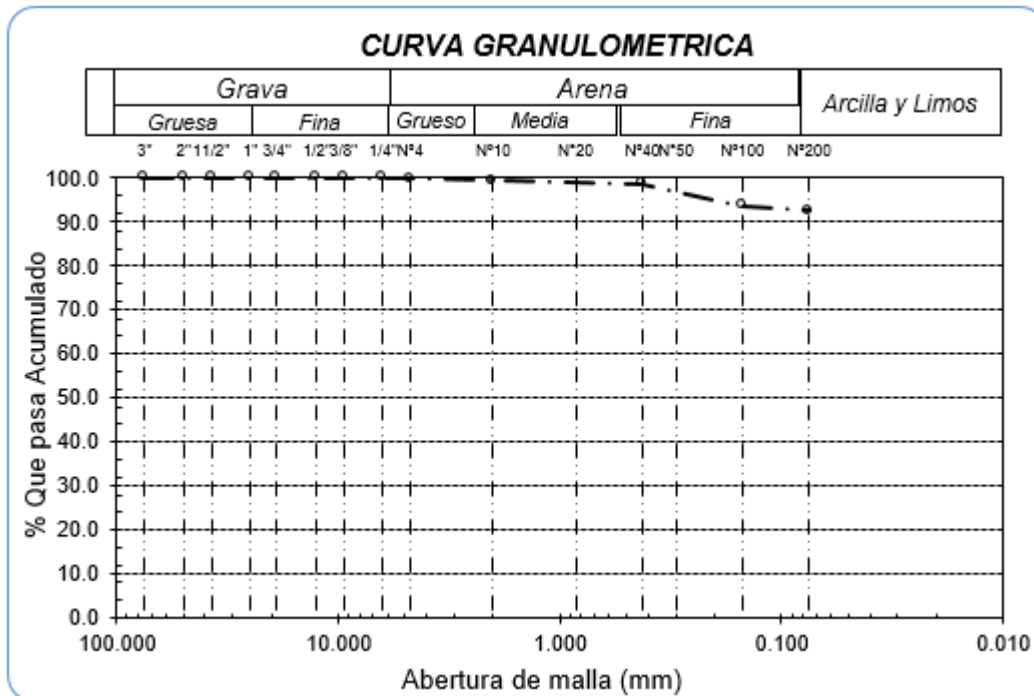
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 19: Curva Granulométrica C-9-M2.



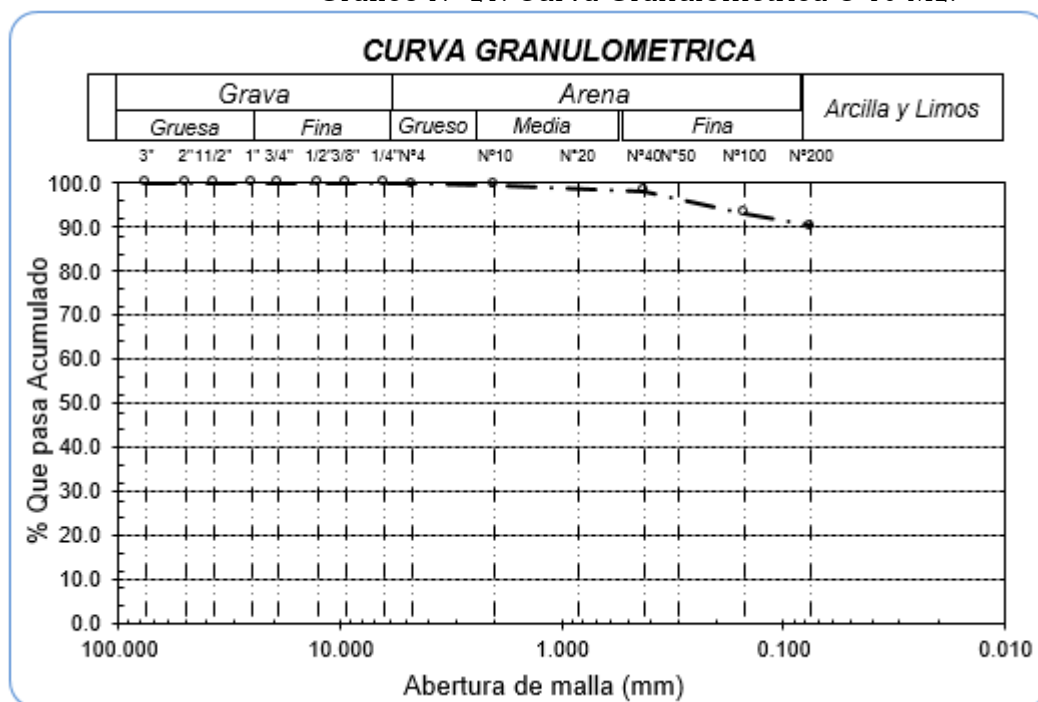
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 20: Curva Granulométrica C-10-M1.



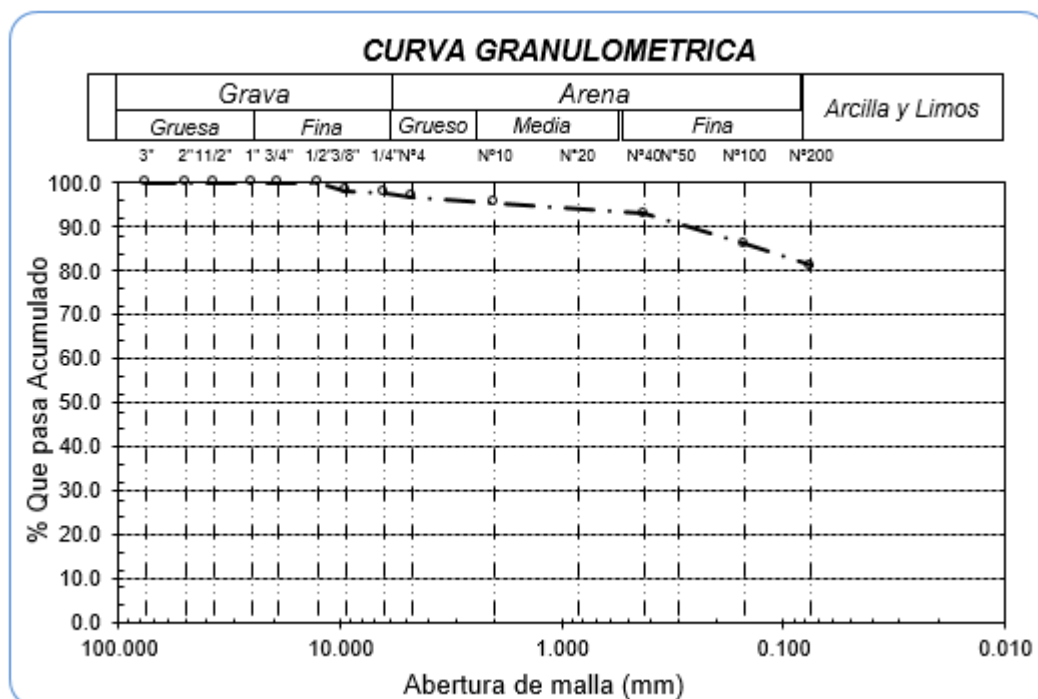
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 21: Curva Granulométrica C-10-M2.



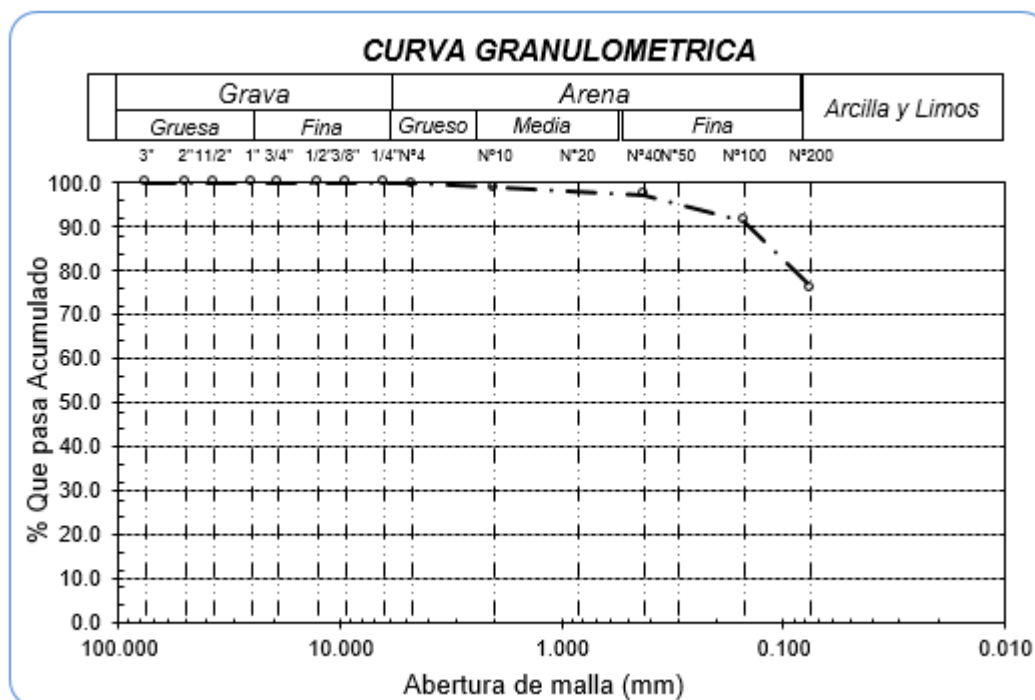
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 22: Curva Granulométrica C-10-M3.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N° 23: Curva Granulométrica C-11-M1.



El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Así un suelo cuyo contenido de humedad sea aproximadamente igual o mayor a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

Otra observación importante es que, el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en la muestra disminuyen.

Límite Plástico.

Consiste en el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar y destruir su estructura. El Límite Plástico es el contenido de humedad que tiene el suelo al momento de pasar del estado plástico al semi sólido.

Las diferencias de las cantidades de agua entre el límite líquido y el límite plástico, o sea cuando el suelo permanece en estado plástico se le conoce con el nombre de $I_p = LL - LP$

Para la determinación del límite plástico se hace formando rollitos de 3mm de espesor hechos de una pasta de suelo, estos se hacen una y otra vez hasta que esté al alcanzar los 3mm se desmorone. En ese momento se dice que llegó a su límite plástico.

Cuadro N° 1: Tipo de Suelo según el Índice de Plasticidad.

| INDICE PLAST. | TIPO DE SUELO |
|---------------|--------------------------------|
| $IP=0$ | Suelo no plástico (NP); arena. |
| $IP \leq 7$ | Suelo de baja plasticidad. |
| $7 < IP < 17$ | Suelo medianamente plástico. |
| $IP > 17$ | Suelo altamente plástico. |

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquén.

Potencial de esponjamiento y el Índice Plástico:

Cuadro N° 2: Esponjamiento según el Índice de Plasticidad.

| INDICE PLAST. | POTENCIAL |
|---------------|-----------|
| 0-15 | Bajo |
| 10-35 | Medio |
| 20-55 | Alto |
| 55 o mayor | Muy alto |

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquén.

Características del Suelo Según su Plasticidad:

Cuadro N° 3: Cohesividad según el Índice de Plasticidad según Terzaghi.

| IP | Plasticidad | Tipo de Suelo | Cohesividad |
|------|--------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 0 | No Plástico | Arena | No cohesivo |
| <7 | Baja Plasticidad | Limos | Parcialmente cohesivo |
| 7-17 | Plasticidad Media | Arcilla Limosa o Limo arcilloso | Cohesivo |
| >17 | Altamente Plástico | Arcillas | Cohesivo |

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquén.

Cuadro N° 4: Suelos Susceptibles a Cambios de Volumen Según Holtz y Gibs.

| Posibilidad de cambio de volumen con cambios de humedad | I.P. Región árida | I.P. Región húmeda | Límite de Contracción |
|---|-------------------|--------------------|-----------------------|
| Poca | 0-15 | 0-30 | 12 a más |
| Poca a moderada | 15-30 | 30-50 | 10-12 |
| Moderada a Severa | 30 a más | 50 a más | Menor a 10 |

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquén.

Tabla N° 01: Limite Líquido, límite Plástico e Índice de Plasticidad de las 11 Calicatas.

| Excavación | Muestra N° | Profundidad (m) | Pasante malla N° 200 | | |
|------------|------------|-----------------|----------------------|-------|-------|
| | | | LL | LP | IP |
| C1 | M – 1 | 0.00 – 0.35 | 22.90 | 12.83 | 10.07 |
| | M – 2 | 0.35 – 0.60 | 28.24 | 23.08 | 5.16 |
| | M – 3 | 0.60 – 1.50 | 28.36 | 12.90 | 15.45 |
| C2 | M – 1 | 0.10 - 0.60 | 18.75 | 5.28 | 13.47 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.20 | 32.51 | 11.57 | 20.94 |
| | M – 3 | 1.20 – 1.65 | 28.41 | 23.14 | 5.27 |
| C3 | M – 1 | 0.00 - 1.25 | 34.45 | 12.83 | 21.63 |
| | M – 2 | 1.25 – 1.60 | 22.95 | 18.88 | 4.07 |
| C4 | M – 1 | 0.00 - 0.30 | 22.90 | 12.83 | 10.07 |
| | M – 2 | 0.30 – 1.40 | 27.16 | 19.05 | 8.11 |
| C5 | M – 1 | 0.00 - 0.45 | 23.39 | 5.61 | 17.78 |
| | M – 2 | 0.45 - 1.50 | 33.90 | 24.10 | 9.79 |
| C6 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | 28.24 | 16.56 | 11.68 |
| C7 | M – 1 | 0.10 – 1.70 | 30.96 | 14.19 | 16.78 |
| | M – 2 | 1.70 – 2.45 | 25.91 | 13.61 | 12.30 |
| C8 | M – 1 | 0.05 - 0.60 | 32.86 | 18.62 | 14.23 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.70 | 32.02 | 18.62 | 13.39 |
| C9 | M – 1 | 0.20 – 0.75 | 46.49 | 23.48 | 23.01 |
| | M – 2 | 0.75 - 1.53 | 43.91 | 19.94 | 23.96 |
| C10 | M – 1 | 0.10 – 0.30 | 27.54 | 17.33 | 10.20 |
| | M – 2 | 0.30 – 0.90 | 43.91 | 23.82 | 20.09 |
| | M – 3 | 0.90 - 1.50 | 19.52 | 8.01 | 11.51 |
| C11 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | 33.46 | 16.67 | 16.80 |

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.1.3 Contenido de Humedad Natural (MTC E 108 / N.T.P 339.127 / ASTM D - 2216).

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables.

Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

Con los resultados de Contenido de Humedad, se presenta el cuadro N°4 “Contenido de Humedad”, que resume los resultados principales de los materiales ensayados. Es expresado en porcentaje con la siguiente expresión:

$$W\% = \left(\frac{W_H - W_s}{W_s} \right) \times 100$$

Donde:

W % : Contenido de Humedad, expresado en porcentaje.

W_H : Peso de la muestra Húmeda.

WS : Peso de la muestra Seca.

Con este ensayo se determina el porcentaje de Humedad Natural del Suelo, esta propiedad adquiere mayor importancia en los suelos finos, ya que un aumento de agua reduce drásticamente la resistencia a la compresión.

Los resultados obtenidos en este ensayo están sujetos a rangos de variación constante, ya que se ven influenciados por los cambios en las condiciones atmosféricas, y la napa freática en relación con el tiempo en el que se produjo el estudio.

Tabla N° 02: Contenido de Humedad Natural de las 20 Calicatas.

| Excavación | Muestra N° | Profundidad (m) | Humedad W (%) |
|------------|------------|-----------------|---------------|
| C1 | M – 1 | 0.00 – 0.35 | 19.05 |
| | M – 2 | 0.35 – 0.60 | 20.48 |
| | M – 3 | 0.60 – 1.50 | 25.00 |
| C2 | M – 1 | 0.10 - 0.60 | 13.64 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.20 | 21.95 |
| | M – 3 | 1.20 – 1.65 | 23.46 |
| C3 | M – 1 | 0.00 - 1.25 | 16.28 |
| | M – 2 | 1.25 – 1.60 | 22.45 |
| C4 | M – 1 | 0.00 - 0.30 | 19.05 |
| | M – 2 | 0.30 – 1.40 | 25.00 |
| C5 | M – 1 | 0.00 - 0.45 | 19.05 |
| | M – 2 | 0.45 - 1.50 | 20.48 |
| C6 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | 16.28 |
| C7 | M – 1 | 0.10 – 1.70 | 11.11 |
| | M – 2 | 1.70 – 2.45 | 19.05 |
| C8 | M – 1 | 0.05 - 0.60 | 14.94 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.70 | 20.48 |
| C9 | M – 1 | 0.20 – 0.75 | 13.64 |
| | M – 2 | 0.75 - 1.53 | 19.05 |
| C10 | M – 1 | 0.10 – 0.30 | 16.28 |
| | M – 2 | 0.30 – 0.90 | 19.05 |
| | M – 3 | 0.90 - 1.50 | 25.00 |
| C11 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | 19.05 |

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.1.4 Clasificación de Suelos por el Método SUCS (ASTM D - 2487).

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM) tiene por objetivo proveer una clasificación cualitativa de los suelos de origen mineral u orgánico-mineral con fines ingenieriles, a partir de ensayos de laboratorio que determinan sus propiedades granulométricas y de plasticidad. Dicho sistema no clasifica cuantitativamente a los suelos, razón por la cual, no debe ser utilizado para la determinación de propiedades ingenieriles (resistencia al corte, etc.) ni para la estimación del comportamiento carga vs. deformación del suelo o del sistema suelo-estructura.

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o

más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

Teniendo en cuenta los resultados del laboratorio, se resumen los valores de humedad que presentan los suelos. El cuadro anterior "Contenidos de Humedad" asocia la ubicación, la profundidad, las humedades por estrato y la humedad representativa para la calicata evaluada.

Cuadro N° 5: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ASTM 2487.

| Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio | | | | Clasificación de suelos | |
|--|---|--|---|-------------------------|---------------------------------|
| | | | | Símbolo de grupo | Nombre del grupo |
| Suelos de partículas gruesas mas del 50% es retenido en la malla No. 200 | Gravas Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4 | Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200 | $Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$ | GW | Grava bien graduada |
| | | | $Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$ | GP | Grava mal graduada |
| | | Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200 | IP<4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad | GM | Grava limosa |
| | | | IP>7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad | GC | Grava arcillosa |
| | | Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200 | Cumple los criterios para GW y GM | GW-GM | Grava bien graduada con limo |
| | | | Cumple los criterios para GW y GC | GW-GC | Grava bien graduada con arcilla |
| | | | Cumple los criterios para GP y GM | GP-GM | Grava mal graduada con limo |
| | | | Cumple los criterios para GP y GC | GP-GC | Grava mal graduada con arcilla |
| | Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4 | Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200 | $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ | SW | Arena bien graduada |
| | | | $Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$ | SP | Arena mal graduada |
| | | Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200 | IP<4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad | SM | Arena limosa |
| | | | IP>7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad | SC | Arena arcillosa |
| | | Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200 | Cumple los criterios para SW y SM | SW-SM | Arena bien graduada con limo |
| | | | Cumple los criterios para SW y SC | SW-SC | Arena bien graduada con arcilla |
| | | | Cumple los criterios para SP y SM | SP-SM | Arena mal graduada con limo |
| | | | Cumple los criterios para SP y SC | SP-SC | Arena mal graduada con arcilla |
| Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200 | Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50 | Inorgánicos | IP>7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A" | CL | Arcilla de baja plasticidad |
| | | | IP<4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A" | ML | Limo de baja plasticidad |
| | | Orgánicos | Limite liquido - secado al horno <0.75 | OL | Arcilla orgánica |
| | | | limite liquido - no secado | | Limo orgánico |
| | Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50 | Inorgánicos | IP>7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A" | CH | Arcilla de alta plasticidad |
| | | | IP<4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A" | MH | Limo de alta plasticidad |
| | | Orgánicos | Limite liquido - secado al horno <0.75 | OH | Arcilla orgánica |
| | | | limite liquido - no secado | | Limo orgánica |
| Suelos altamente orgánicos | Principalmente materia orgánica de color oscuro | | | PT | Turba |

Fuente: Manual de Clasificación de Suelos (SUCS) por Ing. Iván Matus Lazo y Ing. Marvin Blanco Rodríguez.

- **SUELOS FINOS.**

Son aquellos materiales que pasan en más de 50% por la malla N° 200 en estos casos para definir la calidad del suelo se tendrá el límite líquido y límite plástico.

El sistema unificado agrupa a los suelos finos en las siguientes divisiones:

-Limo inorgánico o arena muy fina (M)

-Arcilla inorgánica (C)

-Limos arcillas y mezclas limo arcilloso con alto contenido de materia orgánica. (O)

Cada uno de estos grupos se sub- dividen según su límite líquido en dos grupos:

- 1) Cuando el LL es menor de 50%, es decir suelos de compresibilidad baja o media, se agrega al símbolo genérico la letra L, obteniéndose por esta combinación los suelos: ML, CL > OL.
- 2) Cuando el LL es mayor de 50%, es decir suelos de compresibilidad alta, se añade al símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

A continuación detallamos los grupos de los suelos finos:

- Grupos CL y CH: Están compuestos por las arcillas inorgánicas el grupo CL comprende a la zona sobre la línea "A" definida por $LL < 50\%$ e $IP > 7$. El grupo CH corresponde a la zona arriba de la línea "A" definida por $LL > 50\%$.
- Grupos ML y MH: El grupo ML comprende la zona bajo la línea "A" definida por $LL < 50\%$ y la porción sobre la línea "A" con $IP < 4$.
- El grupo MH comprende a la zona bajo la línea "A" definida por $LL > 50\%$

Se puede presentar casos de frontera, obteniéndose los suelos ML - CL dada su proximidad con dicha línea.

- **SUELOS ORGÁNICOS.**

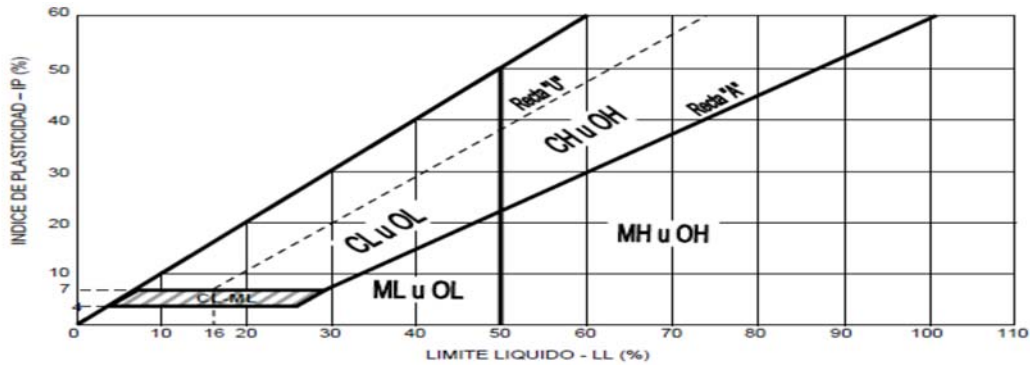
Son suelos constituidos por materiales orgánicos y los identifica en el lugar de los sondajes por su desagradable olor y su color turbio.

Grupos OL y OH: Las zonas correspondientes a estos grupos son las mismas que las de los grupos ML y MH respectivamente, pero las orgánicas se encuentran siempre en lugares próximos a la línea "A".

Grupos PT: En los grupos están comprendidos los suelos turbosos que después de un completo remoldeo, pueden ejecutarse en ensayos de límites. El límite líquido de estos suelos está comprendido entre 300 y 500% quedando su posición en la carta de plasticidad netamente debajo de la línea "A" el índice de la plasticidad varía entre 100 y 200%

Teniendo en cuenta los límites de consistencia y haciendo uso de la Carta de Plasticidad podemos hacer la clasificación SUCS. Esta clasificación se encuentra detallada en las hojas de Propiedades Físicas del suelo.

Figura N° 1: Carta de plasticidad.



Fuente: *Manual de Mecánica de Suelos e Ingeniería*, José Márquez, 2006.

- SUELOS GRUESOS.-

Son aquellos materiales retenidos en más de 50% en la malla N° 200. Este a su vez se subdivide en gravas y arenas, las cuales se separan con la malla N° 4.

Grava (G): Cuando más del 50% de la fracción gruesa (retenida en la malla N° 200) no pasa la malla N° 4.

Arena (S): Cuando más del 50% de la fracción gruesa pasa por la malla N° 4.

Las gravas y las arenas se subdividen a su vez en los siguientes grupos, según la cantidad de partículas finas que contengan.

a. Cuando el suelo grueso tiene menos del 5% de finos.-

En este suelo la presencia de los finos que puede contener no produce cambios apreciables en las características de resistencia de la fracción gruesa

La calidad de gradación del suelo se define mediante los valores de coeficiente de uniformidad (C_u) y coeficiente de curvatura (C_c) de la curva granulométrica

a.1 Grava bien gradada (GW).- Material compuesto con mezclas gravosas, limpias de finos. Cumple con las condiciones de:

$C_u = > 4$ y $1 \leq C_c \leq 3$, simultáneamente.

a.2 Grava pobremente gradada (GP).- Material limpio de fino, mal graduado. Comprende las gravas uniformes que presentan predominio de un tamaño, tales como las gravas que se depositan en los lechos de los ríos o provenientes de estratos diferentes obtenidos durante un proceso de excavación. Estos suelos no deben cumplir con la condición de una grava bien gradada.

a.3 Arena bien gradada (SW).- Estas arenas contienen pocos finos o están limpias por completo. Deben de cumplir con la condición siguiente

$C_u = > 6$ y $1 \leq C_c \leq 3$ simultáneamente.

a.4 Arena bien gradada (SP).- A este grupo pertenecen las arenas uniformes de médanos y playa. No deben de cumplir con la condición de la arena bien gradada.

b. Cuando el suelo tiene más del 12% de finos.-

Cuando los porcentajes de finos son superiores a 12% en peso; este contenido de finos afecta la característica de resistencia y esfuerzo de deformación y la capacidad de drenaje libre de la de la fracción gruesa.

b.1 Grupo GM.- Conformada por gravas limosas. Con la condición de que el límite líquido e índice plástico en la carta de plasticidad deberá interceptarse por debajo de la línea "A". También puede estar encima de la línea "A" pero con la condición de que su índice de plasticidad debe ser menor que 4.

b.2 Grupo GC.- Conformada por gravas arcillosas con la condición de que el límite líquido e índice plástico en la carta de plasticidad deberá interceptarse sobre la línea "A" teniendo además que el índice plástico sea mayor que 7.

b.3 Grupo SM.- Conformada por arenas limosas. Tienen las mismas condiciones del grupo GM pero considerando la condición de arena.

b.4 Grupo SC.- Conformada por arenas arcillosas. Tienen las mismas condiciones de grupo GC, pero considerando la condición de arena.

c. Cuando el suelo tiene entre 5 y 12% de finos.-

A estos suelos el sistema unificado los considera casos de frontera, adjudicándoles un símbolo doble donde el primer símbolo indica la gradación del suelo y el segundo símbolo indica la calidad de los finos.

Por ejemplo un suelo cuyo símbolo doble sea SP - SC indica una arena mal gradada, con un contenido de finos entre 5 y 12% (arcilloso).

Cuando un material no cae claramente dentro de un grupo deberá usarse también símbolos dobles correspondientes a casos de frontera, por ejemplo: el símbolo GW - SW, material bien gradada con menos del 5 % de finos y formada su fracción gruesa por iguales proporciones de grava y arena. A continuación presentamos los diferentes tipos de suelos:

| | | | | | | | |
|---------|--|--------|--|---------|--|------|----|
| GW - GC | \| | GW -GM | \| | SW -SM | \| | SW - | SC |
| GP - GC | \| | GP -GM | \| | SP - SW | \| | SP - | SC |

Tabla N° 03: Clasificación SUCS de las 20 Calicatas.

| Excavación | Muestra N° | Profundidad De - A | Suelo (SUCS) |
|------------|------------|--------------------|--------------|
| C1 | M – 1 | 0.00 – 0.35 | CL |
| | M – 2 | 0.35 – 0.60 | ML |
| | M – 3 | 0.60 – 1.50 | CL |
| C2 | M – 1 | 0.10 - 0.60 | CL |
| | M – 2 | 0.60 - 1.20 | CL |
| | M – 3 | 1.20 – 1.65 | ML |
| C3 | M – 1 | 0.00 - 1.25 | CL |
| | M – 2 | 1.25 – 1.60 | CL - ML |
| C4 | M – 1 | 0.00 - 0.30 | GC |
| | M – 2 | 0.30 – 1.40 | CL |
| C5 | M – 1 | 0.00 - 0.45 | CL |
| | M – 2 | 0.45 - 1.50 | ML |
| C6 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | CL |
| C7 | M – 1 | 0.10 – 1.70 | CL |
| | M – 2 | 1.70 – 2.45 | CL |
| C8 | M – 1 | 0.05 - 0.60 | CL |
| | M – 2 | 0.60 - 1.70 | CL |
| C9 | M – 1 | 0.20 – 0.75 | CL |
| | M – 2 | 0.75 - 1.53 | CL |
| C10 | M – 1 | 0.10 – 0.30 | CL |
| | M – 2 | 0.30 – 0.90 | CL |
| | M – 3 | 0.90 - 1.50 | CL |
| C11 | M – 1 | 0.00 – 160 | CL |

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.2 PROPIEDADES MECÁNICAS.

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas.

3.5.2.1 Corte Directo - Norma Aplicable: MTC E 123 / ASTM D 3080.

Una masa de suelo siempre rompe por una combinación de tensiones normales y tangenciales que actúa sobre una superficie de rotura. Cuando estas tensiones son mayores que la resistencia al corte se produce la falla. Por ello, la evaluación de la resistencia al corte del suelo es necesaria en la mayoría de los problemas que se plantean en Mecánica de Suelos tales como:

- Determinación de los taludes adecuados para presas o excavaciones.
- Cálculo de la capacidad de carga que un suelo puede soportar, necesaria en el análisis de cimentaciones.
- Obtención de los empujes que produce un terreno sobre diversas estructuras.

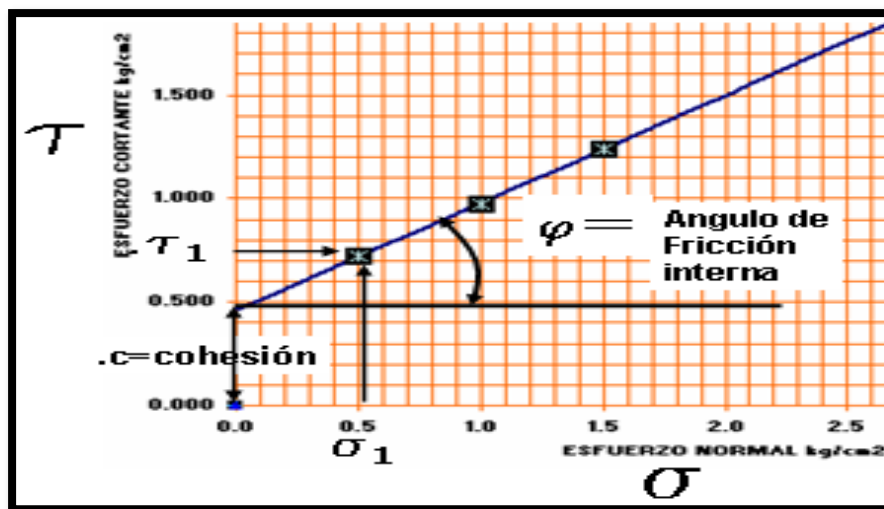
Uno de los puntos fundamentales de la mecánica de suelos es la determinación de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. Es imprescindible contar con este concepto al tratar de aplicar la mecánica de suelos al análisis de estabilidad de obras civiles.

En teoría la resistencia al esfuerzo cortante en los suelos está dada por el ángulo de fricción interna ϕ en los materiales 100% granulares y por la cohesión c , en los suelos puramente cohesivos (arcillas homogéneas), la cual depende de la humedad del suelo, sin embargo en la mayoría de los suelos la resistencia al esfuerzo cortante está dada por la combinación de ambos parámetros.

Existen principalmente dos métodos experimentales para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos, las pruebas de compresión (triaxial y simple) y de corte directo.

Es un ensayo de corte. Consiste en aplicar esfuerzos verticales y horizontales, a tres muestras de suelo, y determinar el instante de falla a cortante. Cuando se aplica un esfuerzo vertical fijo de 0.5 kg/cm^2 , la primera muestra falla con un esfuerzo horizontal o cortante τ_1 , la segunda muestra es sometida a un esfuerzo de 1.0 kg/cm^2 , y falla con un esfuerzo cortante τ_2 . La tercera es sometida a un esfuerzo de compresión de 1.5 kg/cm^2 , y falla con un cortante τ_3 . Con estos tres pares ordenados se grafica el diagrama de ruptura de Mohr. También, se hace uso del análisis de regresión lineal, para obtener el ángulo de fricción interna y la cohesión del suelo.

Figura 2: Gráfica del Ensayo de Corte Directo.



Fuente: Manual Mecánica de Suelos e Ingeniería, José Márquez

La envolvente de rotura de Mohr-Coulomb para estos suelos es semejante a la representada en la siguiente figura, en la que se observa que no existe término debido a la cohesión. Por tanto dicha envolvente tendrá por ecuación:

$$\tau = c + \sigma (\operatorname{tg} \phi)$$

Siendo:

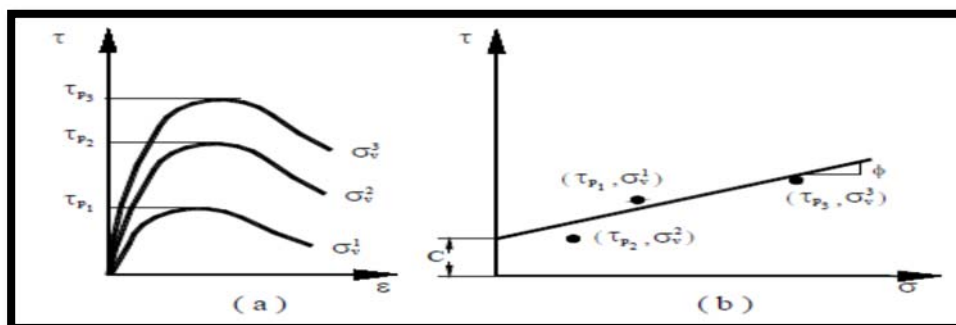
C : Cohesión

τ : Resistencia al corte máxima.

σ : Tensión normal efectiva que en estos suelos es igual a la total.

ϕ : Ángulo de rozamiento interno efectivo, igual al total. Se obtiene mediante ensayo consolidado drenado.

Figura 3: Gráfica del Ensayo de Corte Directo.



Fuente: Manual Mecánica de Suelos e Ingeniería, José Márquez

RESULTADOS DEL ENSAYO.

Gráfico N° 23: Curva de Resistencia C-4-M1.

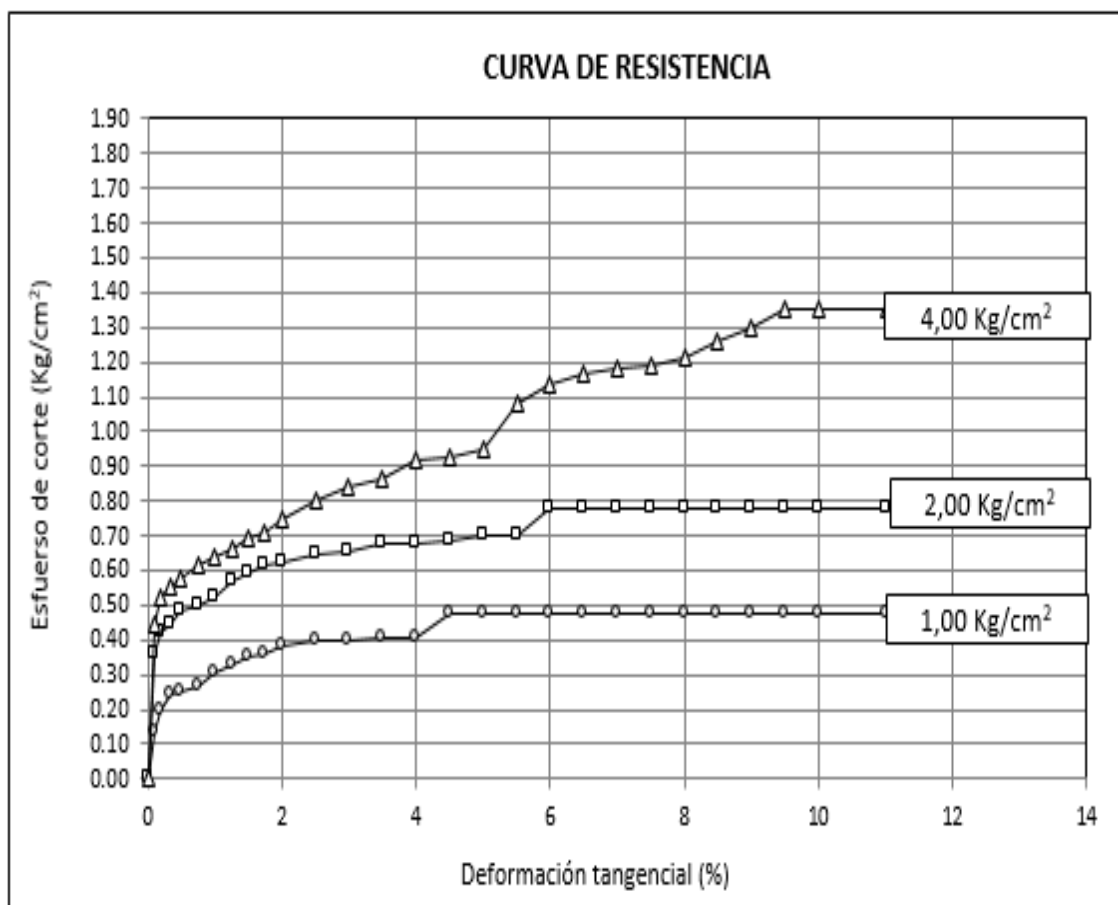


Gráfico N° 24: Esfuerzo de Corte Máximo Vs Esfuerzo Normal C-4-M1.

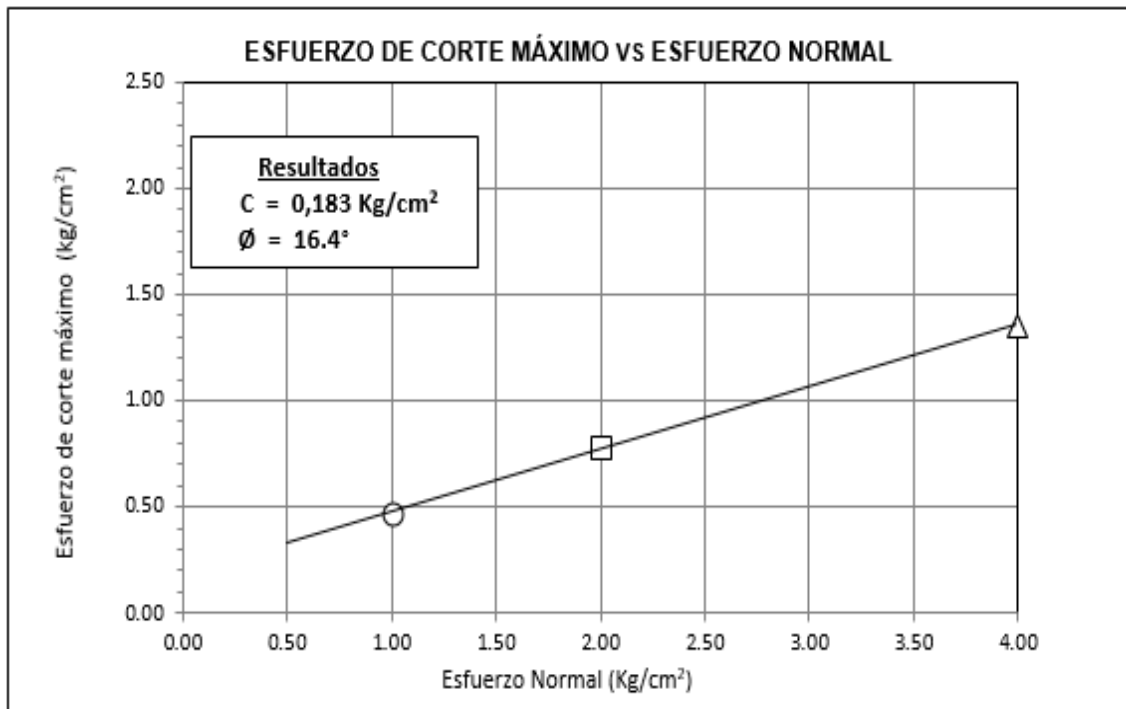


Gráfico N° 25: Curva de Resistencia C-7-M1.

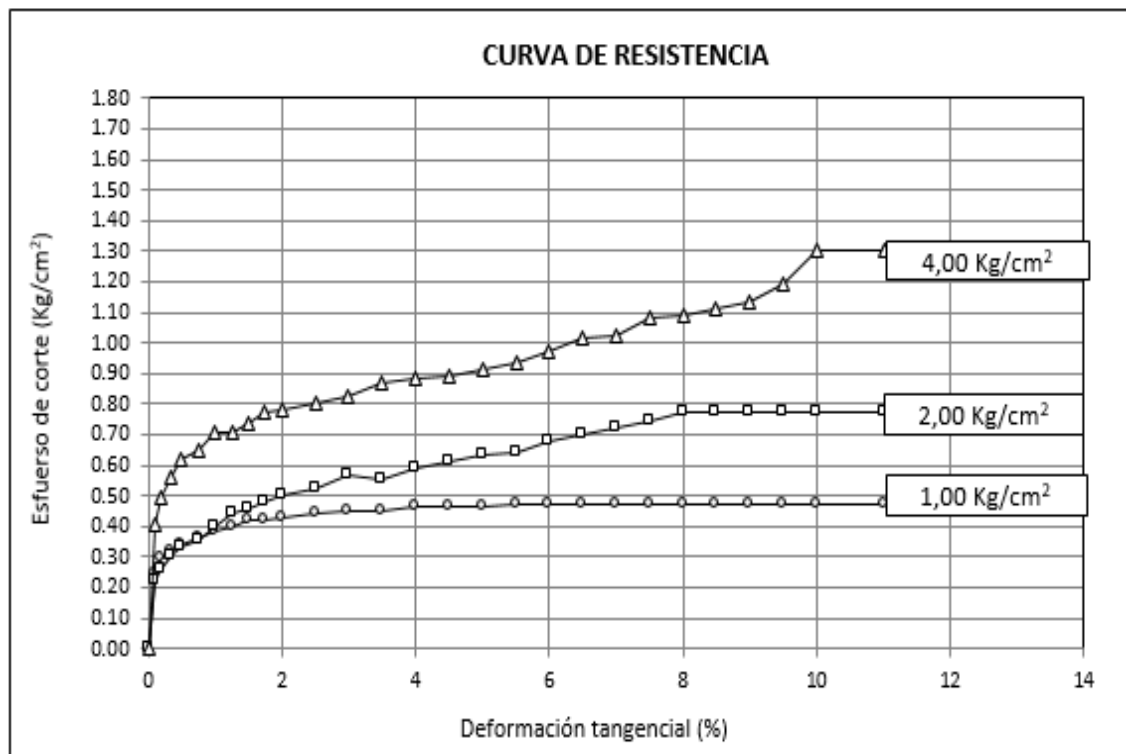


Gráfico N° 26: Esfuerzo de Corte Máximo Vs Esfuerzo Normal C-7-M1.

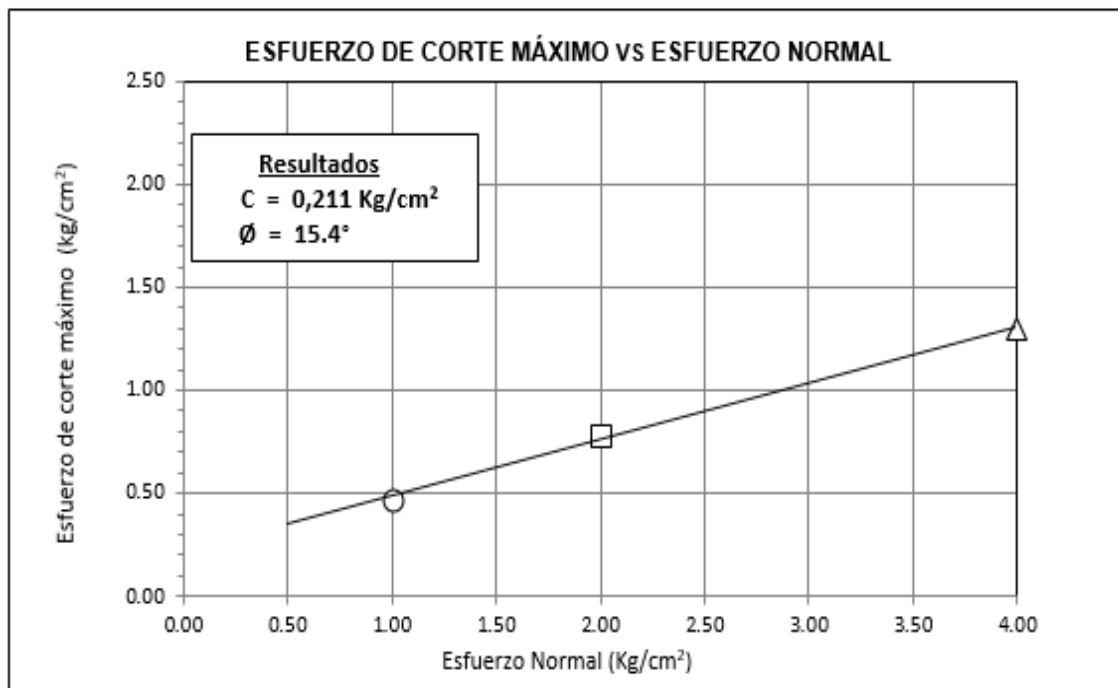


Tabla N° 04: Capacidad Admisible del suelo de las 02 Calicatas, para Cimentación Continua.

| Excavación | Muestra N° | Profundidad De - A | q _a (Kg/cm²) |
|------------|------------|--------------------|----------------------------|
| C4 | M – 1 | 0.30 - 1.40 | 0.72 |
| C7 | M – 1 | 1.70 – 2.45 | 0.73 |

3.5.2.2 Compactación De Suelos En Laboratorio Utilizando Una Energía Modificada (Proctor Modificado) - Norma Aplicable: MTC E 115 / ASTM D 4718 / ASTM D 4253.

El objetivo del ensayo es establecer la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lb/pie³)).

FINALIDAD Y ALCANCE.

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N

(10 lb) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pie³)).

Nota 1. Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

Nota 2. El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de

Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado.

Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ " pulg).

Nota 3. Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% o menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), ver ensayo ASTM D 4718

Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

METODO "A".

Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

Número de capas: 5

Golpes por capa: 25

Uso: Cuando el 20 % o menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen estos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B o C.

METODO "B"

Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg).

Número de Capas: 5

Golpes por capa: 25

Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg).

Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

METODO "C"

Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).

Número de Capas: 5

Golpes por Capa: 56

Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).

El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A o B.

Nota 4. Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de agua del espécimen de ensayo o la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ($F = M \times a$). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lb) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) o registran la densidad en lbm/ft³ no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad o permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido

de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad (w_o) y el Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) mediante un ensayo de compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) o al óptimo (w_o) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$). La selección del contenido de agua (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) o al óptimo (w_o), y el Peso Unitario Seco ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ($2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lb}/\text{pie}^3$)).

ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ($(2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lb}/\text{pie}^3$)).

EQUIPOS Y MATERIALES.

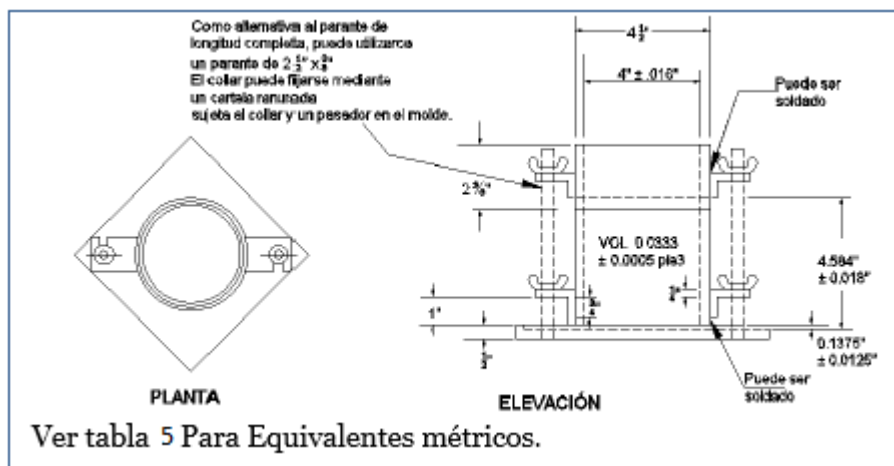
▷ EQUIPOS.

Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo “partido” deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo “ahusado” debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de $16,7\text{ mm}/\text{m}$ ($0,200\text{ pulg}/\text{pie}$) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar.

El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos $50,8\text{ mm}$ ($2,0\text{ pulg}$) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos $19,0\text{ mm}$ ($0,75\text{ pulg}$), por debajo de ésta. El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio $101,6 \pm 0,4\text{ mm}$ ($4,000 \pm 0,016\text{ pulg}$) de diámetro interior, una altura de $116,4 \pm 0,5\text{ mm}$ ($4,584 \pm 0,018\text{ pulg}$) y un volumen de $944 \pm 14\text{ cm}^3$ ($0,0333 \pm 0,0005\text{ pie}^3$). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Figura 4.

- Figura 4: Molde cilíndrico de 4,0 pulg.



- Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio $152,4 \pm 0,7$ mm ($6,000 \pm 0,026$ pulg) de diámetro interior, una altura de: $116,4 \pm 0,5$ mm ($4,584 \pm 0,018$ pulg) y un volumen de $2\,124 \pm 25$ cm³ ($0,075 \pm 0,0009$ pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Figura 5.

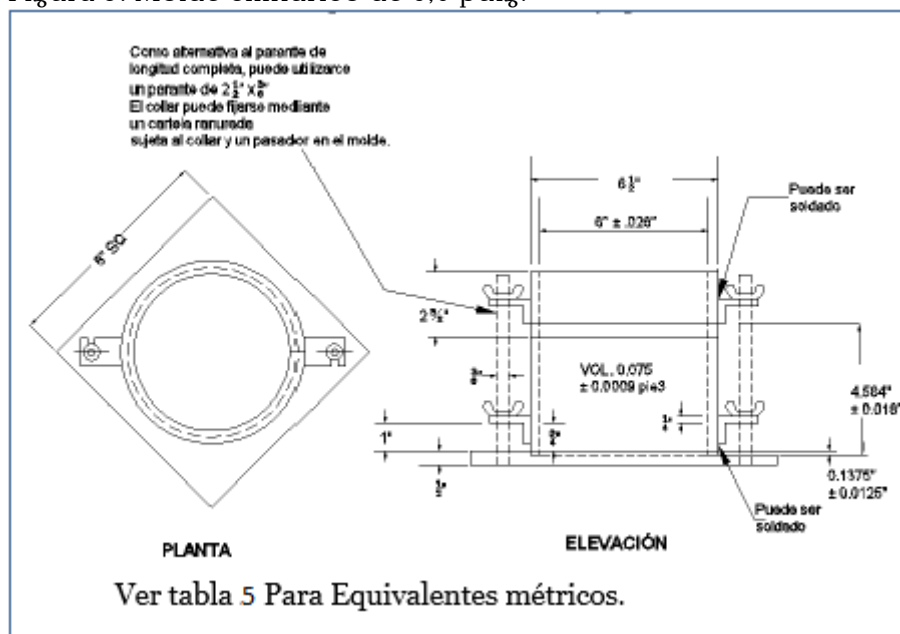


Tabla N° 5: Equivalencia métricas para las figuras N° 4 y 5

| Pulgadas | milímetros |
|----------|------------|
| 0,016 | 0,41 |
| 0,026 | 0,66 |
| 0,032 | 0,81 |
| 0,028 | 0,71 |
| 1/2 | 12,70 |
| 2 1/2 | 63,50 |
| 2 5/8 | 66,70 |
| 4 | 101,60 |
| 4 1/2 | 114,30 |
| 4,584 | 116,43 |
| 4 3/4 | 120,60 |
| 6 | 152,4 |
| 6 1/2 | 165,10 |
| 6 5/8 | 168,30 |
| 6 3/4 | 171,40 |
| 8 1/4 | 208,60 |

| pie ³ | cm ³ |
|-------------------|-----------------|
| 1/30 (0,0333) | 943 |
| 0,0005 | 14 |
| 1/13,333 (0,0750) | 2 124 |
| 0,0011 | 31 |

- Pisón o Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en este ensayo o mecánicamente como el descrito en este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de $457,2 \pm 1,6$ mm ($18 \pm 0,05$ pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será $4,54 \pm 0,01$ kg ($10 \pm 0,02$ lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de $50,80 \pm 0,13$ mm ($2,000 \pm 0,005$ pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta o se deforma al punto que el diámetro sobrepase los $50,800 \pm 0,25$ mm ($2,000 \pm 0,01$ pulg).

Nota 5. Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos o libras, y una libra fuerza es igual a 1 libra-masa o 0,4536 kg o 1N es igual a 0,2248 libras-masa o 0,1020 kg.

- Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de $19,0 \pm 1,6$ mm ($3/4 \pm 1/16$ pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ($3/8$ pulg). Orificios adicionales o ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

- Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber $2,5 \pm 0,8$ mm ($0,10 \pm 0,03$ pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe

cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.

- Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a $73,7 \pm 0,5\text{mm}$ ($2,90 \pm 0,02$ pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.

- Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.

- Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.

- Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C a través de la cámara de secado.

▷ MATERIALES.

- Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de $\pm 0,1$ mm ($\pm 0,005$ pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).

- Tamices o Mallas.- De 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y 4,75mm (N° 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.

- Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. o un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

MUESTRA.

La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.

Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (N° 4), 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) o 19,0mm ($\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B o C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 o ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz o tamices de las cuales la información que se desea.

PROCEDIMIENTO

PREPARACION DE APARATOS

- Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B o C) a ser usado.

Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.

- Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas o gastado. Realizar cualquier ajuste o reparación necesaria. Si los ajustes o reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.

- Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.

a) Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)

b) Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.

c) Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón. Verificar los requisitos de la guía.

d) Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse.

PREPARACION DEL ENSAYO.

▪ SUELOS.

No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.

Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire.

Preparar los especímenes del suelo para el ensayo.

▪ METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE).

Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B o C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.

Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación

del peso seco unitario. Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua o una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

Nota 6. Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico. Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A o B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).

Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N° 6 antes de la compactación.

Tabla N° 6: Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes.

| Clasificación | Tiempo de permanencia mínimo en horas |
|------------------------|---------------------------------------|
| GW, GP, SW, SP | No se requiere |
| GM, SM | 3 |
| Todos los demás suelos | 16 |

Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

▪ **METODO DE PREPARACION EN SECO.**

Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm (3/8 pulg) ó 19,0 mm (3/4 pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla 3/4 pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.

Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes.

Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en este ensayo para los suelos secos o adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

- Determinar y anotar la masa del molde o molde y el plato de base.
- Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.
- Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo u otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.
- Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) o 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

Nota 7. Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.

- Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal

manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.

- Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.

- Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio.

- Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.

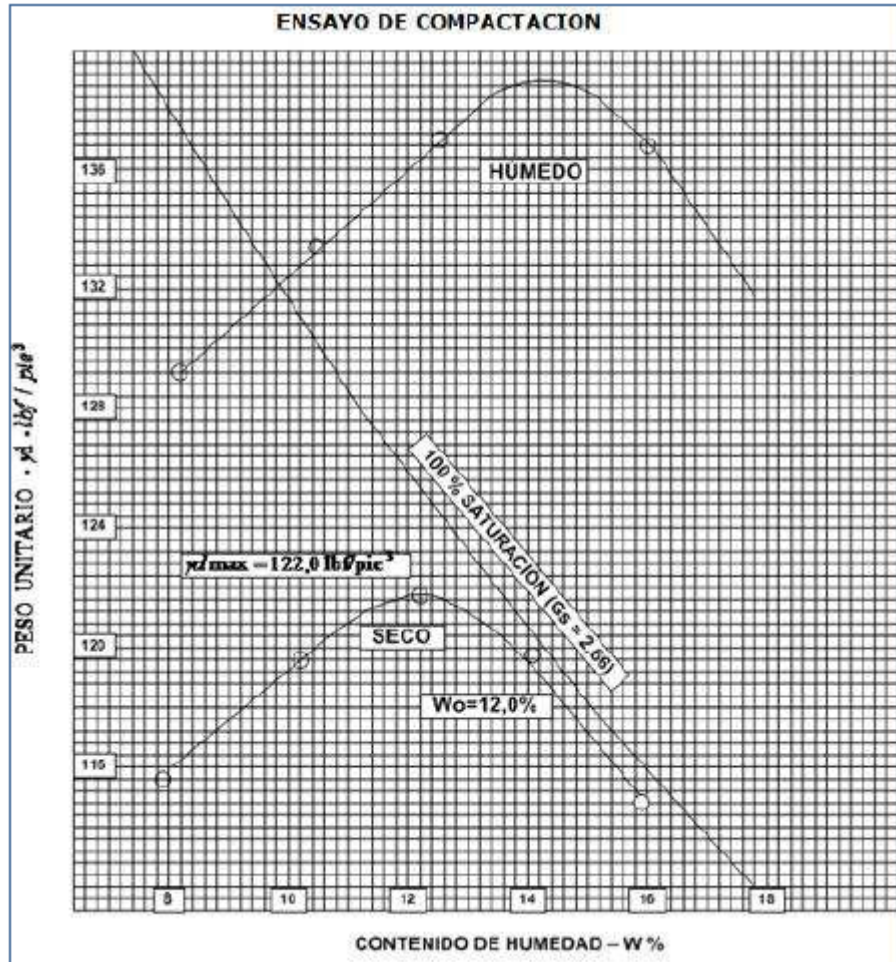
- Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127.

CALCULOS E INFORME

➤ CALCULOS.

- Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig. 6). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación 0,2 kN/m³ (0,1 lbf/pie³) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718. Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.

Figura 6: Ejemplo de Gráfico de Curva de Compactación.



- Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas como se explica.

Nota 8. La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 a 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.

Nota 9. La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

- Contenido de Agua, w .- Calcular de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

- Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m³)

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m³)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³)

w = contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en } \text{lbf/ft}^3 \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en } \text{kN/m}^3$$

Donde:

γ_d = peso unitario seco del espécimen compactado.

- En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completa (%).

γ_w = Peso unitario del agua 9,807kN/m³ ó (62,43 lbf/ft³).

γ_d = Peso unitario seco del suelo.

G_s = Gravedad específica del suelo.

Nota 10. La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica NTP 339.131.

➤ INFORME.

Reportar la siguiente información:

- Procedimiento usado (A, B o C).
- Método usado para la preparación (húmedo o seco).
- El contenido de agua recibida, si se determinó.
- El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %.
- El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a 0,5 lbf/ft³.
- Descripción del Pisón (Manual o Mecánico).
- Datos del tamizado del suelo para la determinación del procedimiento (A, B o C) empleado.

- Descripción o Clasificación del material usado en la prueba (ASTM D 2488, NTP 339.134).
- Gravedad Específica y Método de Determinación.
- Origen del material usado en el ensayo, por ejemplo, proyecto, lugar, profundidad, etc.
- Ploteo de la Curva de Compactación mostrando los puntos de compactación utilizados para establecerla y la curva de compactación y la curva de 100% saturación, el punto de Peso Unitario Seco Máximo y Optimo Contenido de Agua.
- El dato de Corrección por Fracción Sobredimensionada si es usado, incluyendo la fracción sobredimensionada (Fracción Gruesa), P_c en %.

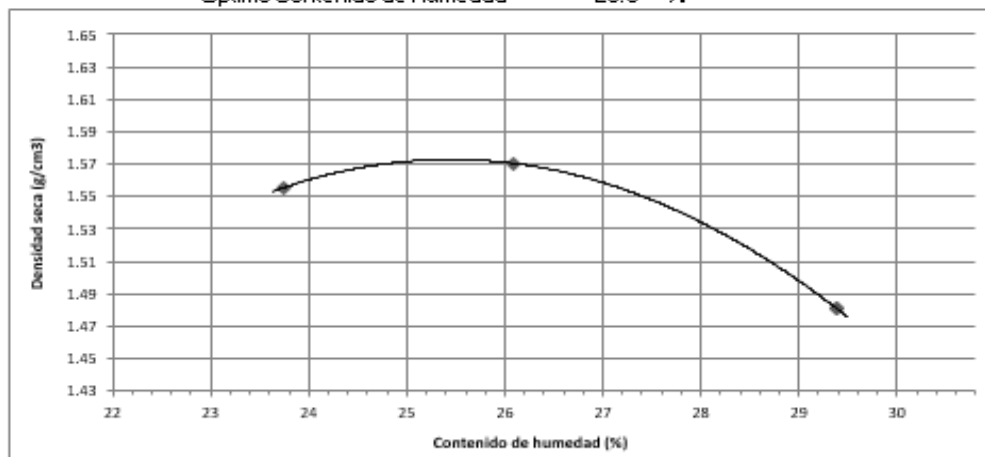
RESULTADOS DEL ENSAYO.

Proctor modificado km "0+500".

Según el solicitante la muestra es:

Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 0.60 - 1.50 mts
 Calicata : C-1

Máxima Densidad Seca 1.572 g/cm^3
 Óptimo Contenido de Humedad 25.0 %



OBSERVACIONES:

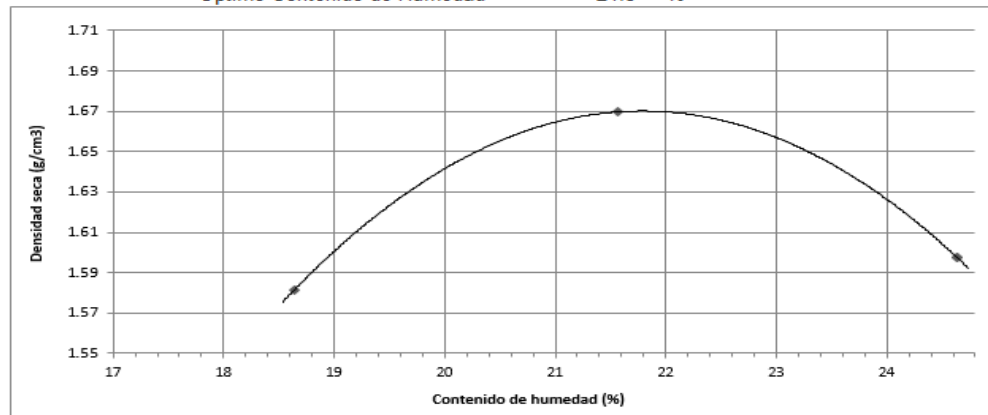
Método: "A"

Proctor modificado km "3".

Según el solicitante la muestras es :

Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 1.25 - 1.60 mts
Calicata : C-3

Máxima Densidad Seca 1.670 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 21.3 %



OBSERVACIONES :

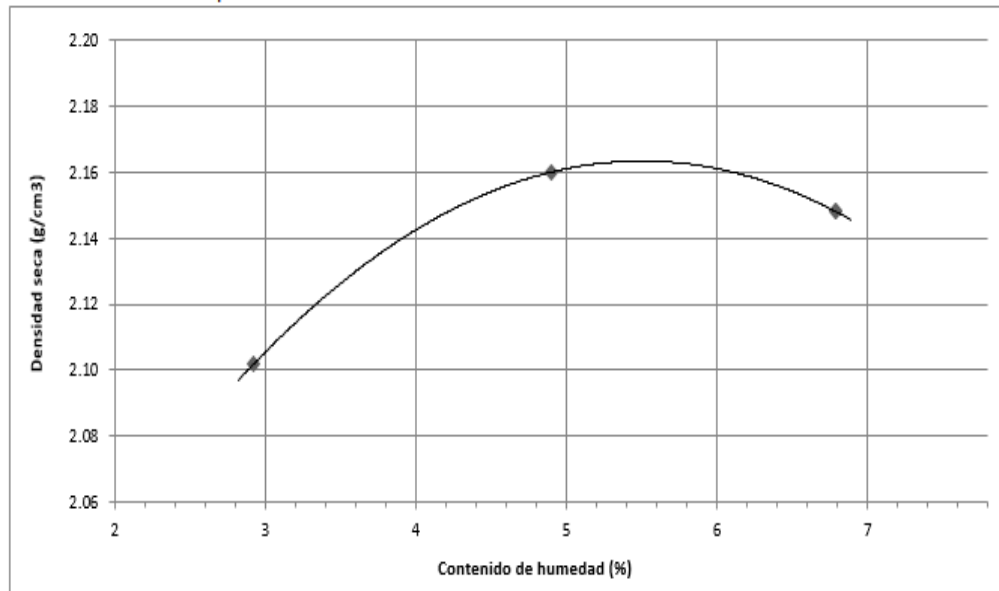
Método : "A"

Proctor modificado km "6".

Según el solicitante la muestras es :

Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 0.00 - 1.60 mts
Calicata : C-6

Máxima Densidad Seca 2.163 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 5.0 %



OBSERVACIONES :

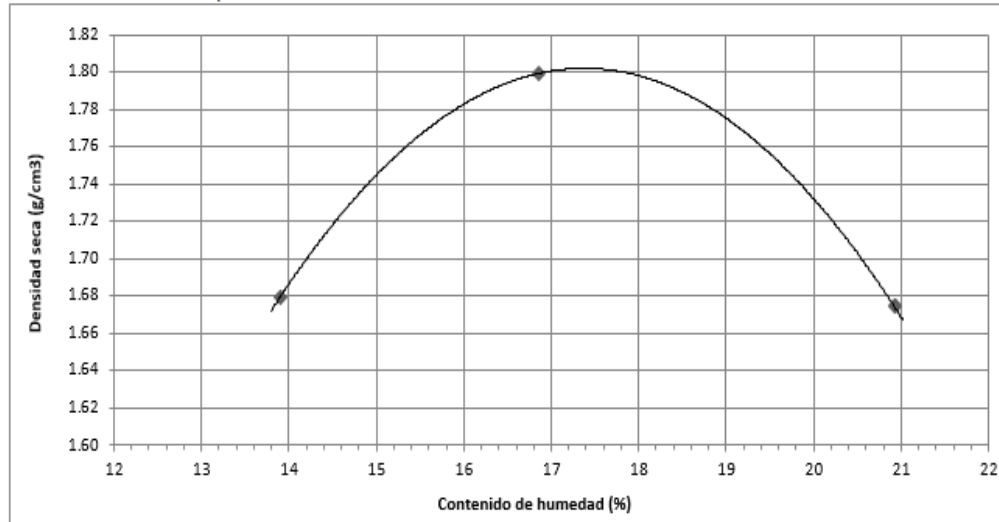
Método : "C"

Proctor modificado km "7".

Según el solicitante la muestras es :

Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 0.60 - 1.70 mts
Calicata : C-8

Máxima Densidad Seca 1.802 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 17.5 %



OBSERVACIONES :

Método : "C"

3.5.2.3 CBR de suelos (Laboratorio) - Norma Aplicable: MTC E 132 / ASTM D 1883.

El objetivo del ensayo es determinar el índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

FINALIDAD Y ALCANCE

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.

Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua,

generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.

Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.

Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso

Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

EQUIPOS Y MATERIALES.

EQUIPOS.

- Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas.

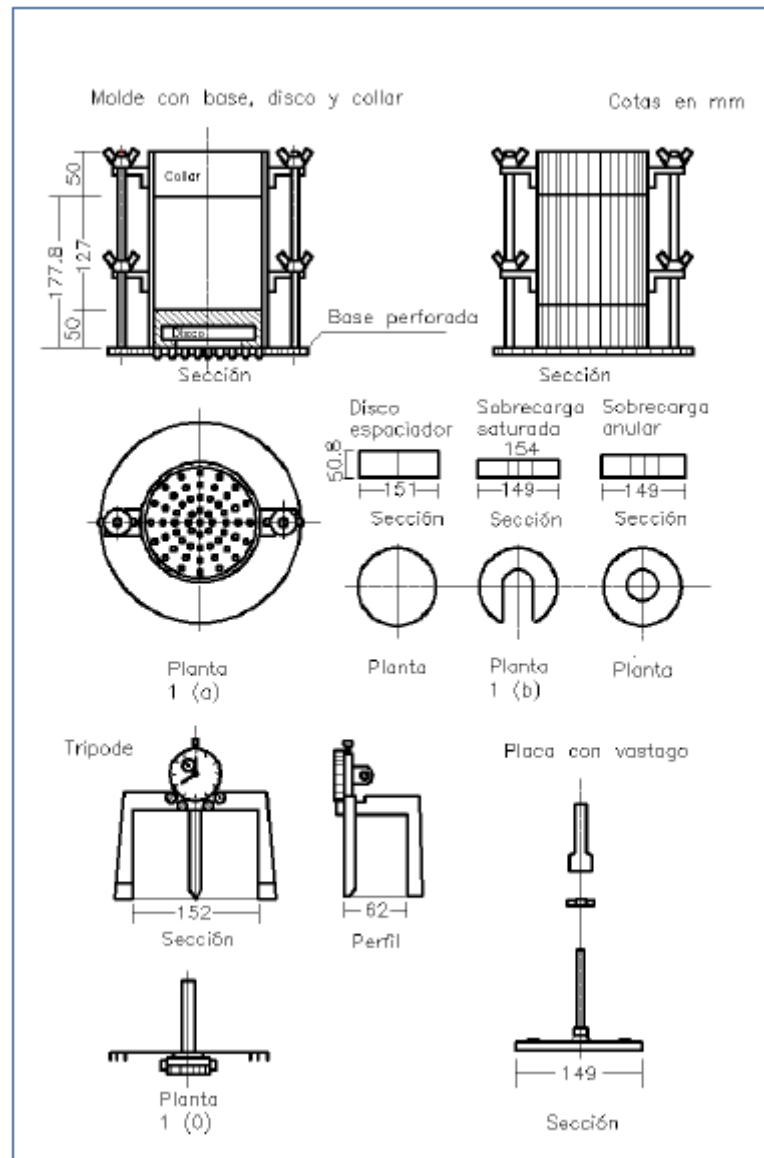
El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lb) o menos.

- Molde, de metal, cilíndrico, de $152,4\text{ mm} \pm 0,66\text{ mm}$ ($6 \pm 0,026"$) de diámetro interior y de $177,8 \pm 0,46\text{ mm}$ ($7 \pm 0,018"$) de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 7). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

- Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127\text{ mm}$ ($2,416 \pm 0,005"$) de espesor (Figura 7), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

- Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

Figura 7: Dimensiones de Molde.



- Aparato medidor de expansión compuesto por:
 - Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 7).
 - Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 7).
- Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02\text{kg}$ y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02\text{ kg}$. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

- Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13$ mm ($1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de 19,35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.
- Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.
- Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").
- Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

MUESTRA

La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 o NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

PROCEDIMIENTO.

- El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.
- Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una

proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

- De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.
- Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar.

De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

- Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.
- Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.
- Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.
- Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 8). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Nota 1. En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de

acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

- Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

- Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

- Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 8).

Nota 2. A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada.

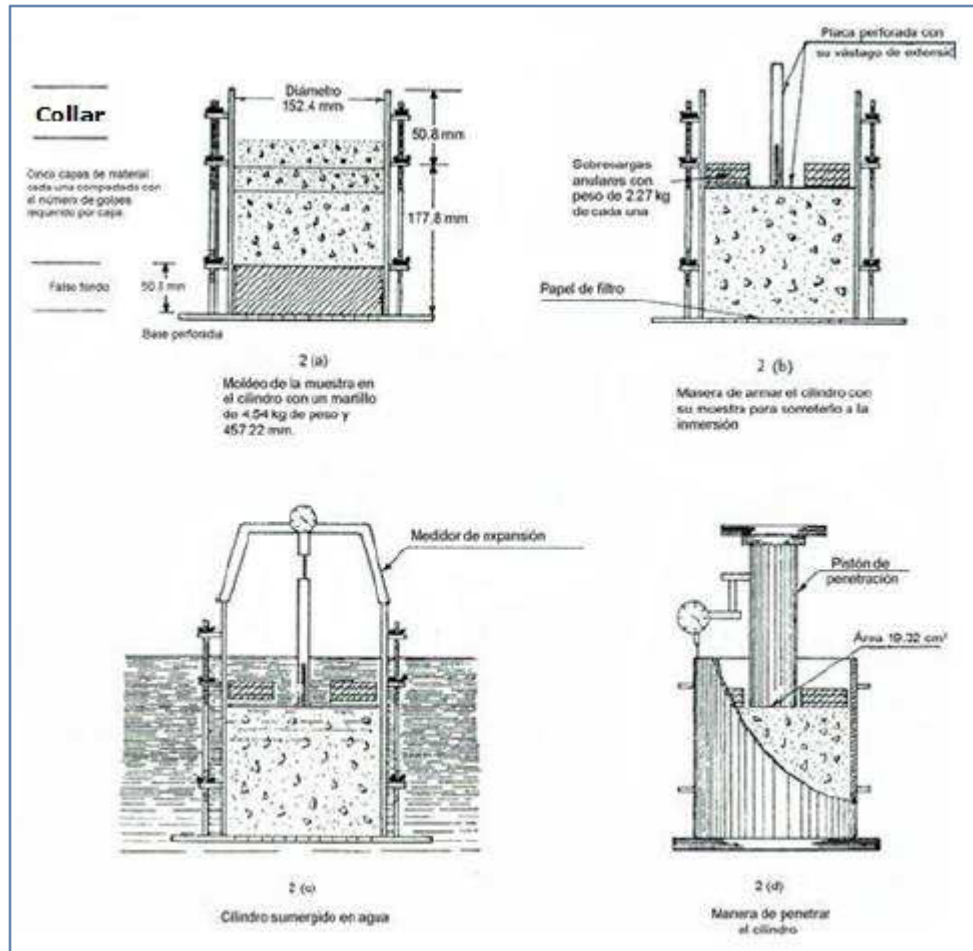
Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 8).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.

Figura 8: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio.



■ **Penetración.** Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra. Llévase el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 8). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra molde.

- Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:

Penetración:

| Milímetros | Pulgadas |
|------------|----------|
| 0,63 | 0,025 |
| 1,27 | 0,050 |
| 1,90 | 0,075 |
| 2,54 | 0,100 |
| 3,17 | 0,125 |
| 3,81 | 0,150 |
| 5,08 | 0,200 |
| 7,62 | 0,300 |
| 10,16 | 0,400 |
| 12,70 | 0,500 |

* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS.

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

- a) Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.
- b) Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- c) Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor.
- d) Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio.
- e) Una vez lleno el molde, se parafina sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo.

A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria (7,0" \pm 0,16") si se utiliza un molde con 127 mm

(5") de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

CALCULOS E INFORME.

➤ CALCULOS.

Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

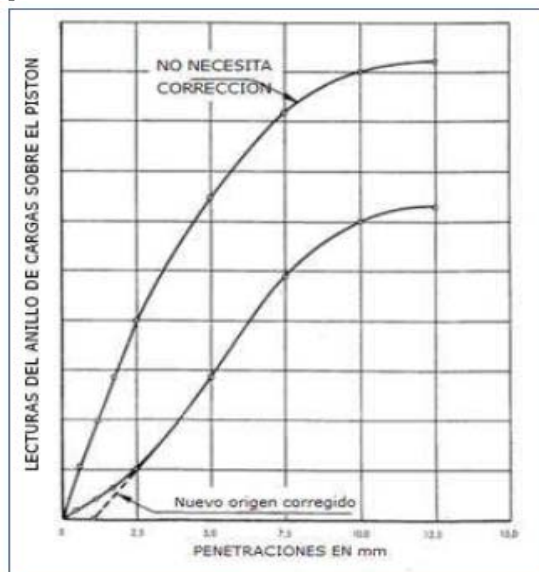
Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.

Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta; la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 9).

Figura 9: Curva para cálculo de índice de CBR.



Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2 - L1}{127} \times 100$$

Donde:

L1 = Lectura inicial en mm.

L2 = Lectura final en mm.

Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

| Penetración | | Presión | | |
|-------------|----------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Mm | Pulgadas | MN/m ² | kgf/cm ² | lb/plg ² |
| 2,54 | 0,1 | 6,90 | 70,31 | 1,000 |
| 5,08 | 0,2 | 10,35 | 105,46 | 1,500 |

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

a) Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.

b) De la curva corregida tómense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000 lb/plg²) y 10,3 MPa (1500 lb/plg²) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON.

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

- o Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- o Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- o Humedad al fabricar el espécimen.
- o Peso unitario.
- o Sobrecarga de saturación y penetración.
- o Expansión del espécimen.

- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetración.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).

RESULTADOS DEL ENSAYO.

Diagrama de CBR vs Densidad Km "0.500".

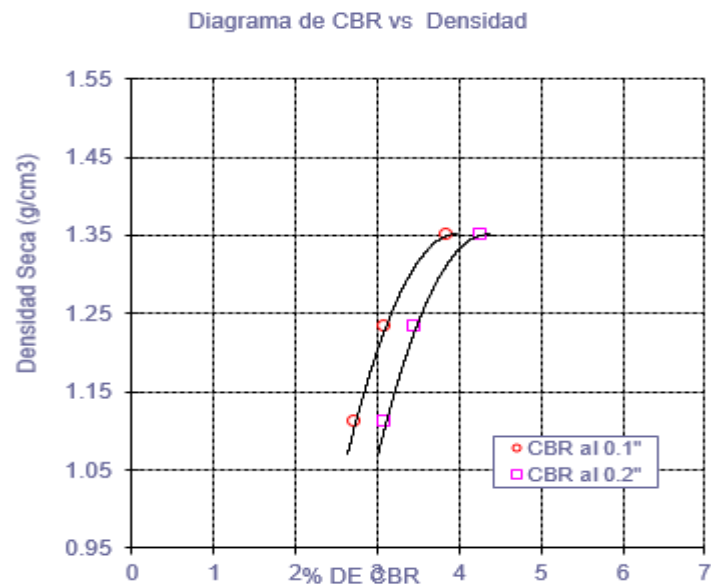


Diagrama de CBR vs Densidad Km "3.00".

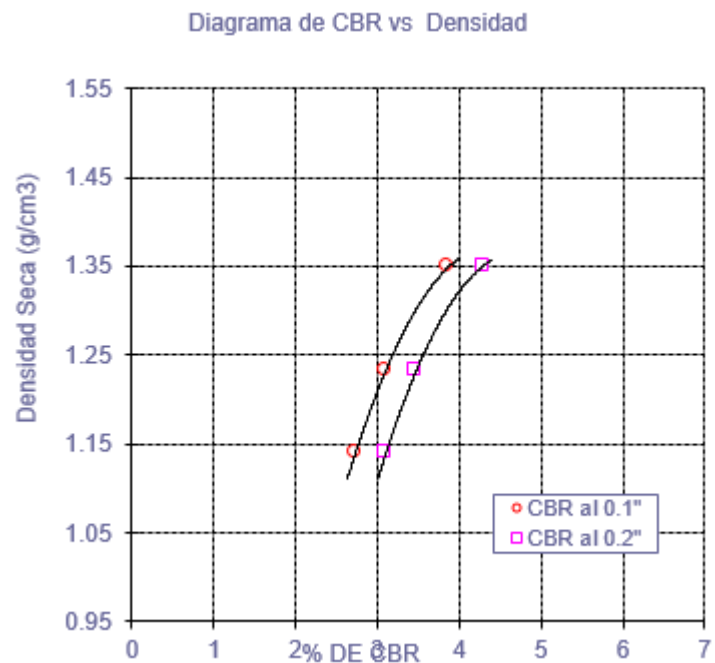


Diagrama de CBR vs Densidad Km “6.00”.

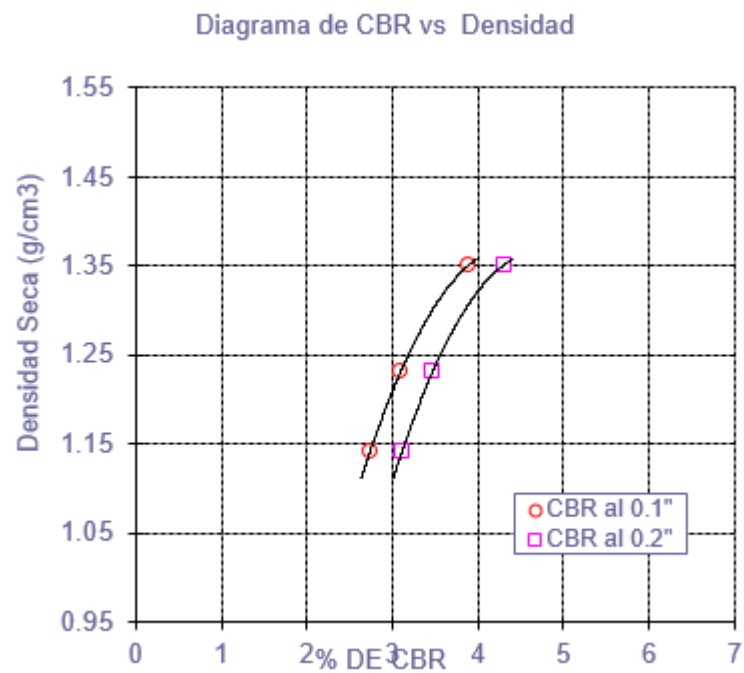


Diagrama de CBR vs Densidad Km “7.00”.

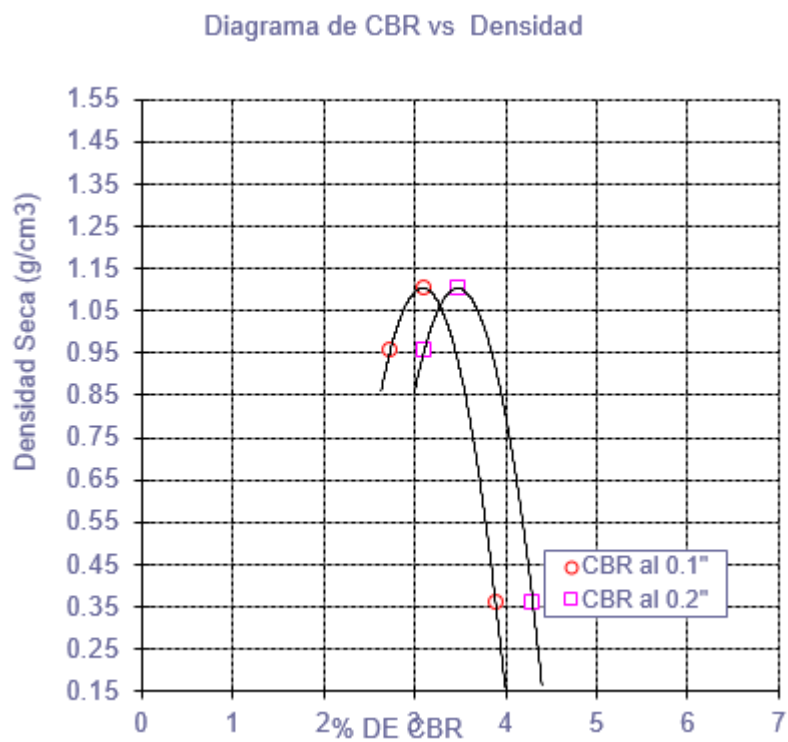


Tabla N° 07: Resumen de CBR por Km.

| Km | Máxima Densidad Seca (g/cm ³) | Optimo Contenido de Humedad (%) |
|-------|---|---------------------------------------|
| 0.500 | 1.572 | 25.0 |
| 3.00 | 1.670 | 21.3 |
| 6.00 | 2.163 | 5.0 |
| 7.00 | 1.802 | 17.5 |

3.6 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

En la tabla siguiente “Resumen de Ensayos de Laboratorio”, se presenta las características físicas de los suelos provenientes de los diferentes ensayos realizados a las diversas muestras extraídas.

Tabla N° 08: Resumen General de los Ensayos Realizados a las características físicas.

| N° CALI CAT A | MUES TRA | PROFUNDI DAD | GRANULOMETRIA | | | | | | LIMITE DE CONSISTENCIA | | | S U C S | Hume dad W (%) |
|---------------|----------|--------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|--------|------------------------|-------|-------|---------|----------------|
| | | | PASANDO LOS TAMICES | | | | | | PASANTE MALLA N° 200 | | | | |
| | | | N° 04 | N° 10 | N° 20 | N° 50 | N° 100 | N° 200 | L.L | L.P | I.P | | |
| C1 | M – 1 | 0.00 – 0.35 | 99.2 | 98.9 | 98.4 | 95.6 | 94.9 | 94.3 | 22.90 | 12.83 | 10.07 | CL | 19.05 |
| | M – 2 | 0.35 – 0.60 | 99.8 | 99.1 | 98.6 | 95.0 | 94.5 | 93.8 | 28.24 | 23.08 | 5.16 | ML | 20.48 |
| | M – 3 | 0.60 – 1.50 | 99.7 | 99.2 | 98.5 | 95.8 | 94.7 | 94.2 | 28.36 | 12.90 | 15.45 | CL | 25.00 |
| C2 | M – 1 | 0.10 - 0.60 | 94.4 | 77.7 | 71.9 | 62.5 | 60.6 | 60.0 | 18.75 | 5.28 | 13.47 | CL | 13.64 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.20 | 97.4 | 96.6 | 93.4 | 88.5 | 87.7 | 86.9 | 32.51 | 11.57 | 20.94 | CL | 21.95 |
| | M – 3 | 1.20 – 1.65 | 98.9 | 98.2 | 97.7 | 94.2 | 89.8 | 78.3 | 28.41 | 23.14 | 5.27 | ML | 23.46 |
| C3 | M – 1 | 0.00 - 1.25 | 97.9 | 97.4 | 97.2 | 94.9 | 94.6 | 94.1 | 34.45 | 12.83 | 21.63 | CL | 16.28 |
| | M – 2 | 1.25 – 1.60 | 99.6 | 99.0 | 98.1 | 97.1 | 96.4 | 95.8 | 22.95 | 18.88 | 4.07 | CL - ML | 22.45 |
| C4 | M – 1 | 0.00 - 0.30 | 61.6 | 54.7 | 52.3 | 48.4 | 47.6 | 47.3 | 22.90 | 12.83 | 10.07 | GC | 19.05 |
| | M – 2 | 0.30 – 1.40 | 99.5 | 98.8 | 98.3 | 97.4 | 96.7 | 96.2 | 27.16 | 19.05 | 8.11 | CL | 25.00 |
| C5 | M – 1 | 0.00 - 0.45 | 93.1 | 92.8 | 92.3 | 89.9 | 89.4 | 88.9 | 23.39 | 5.61 | 17.78 | CL | 19.05 |
| | M – 2 | 0.45 - 1.50 | 99.6 | 98.9 | 98.0 | 95.1 | 94.2 | 93.6 | 33.90 | 24.10 | 9.79 | ML | 20.48 |
| C6 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | 100.0 | 100.0 | 99.9 | 99.6 | 99.4 | 99.0 | 28.24 | 16.56 | 11.68 | CL | 16.28 |
| C7 | M – 1 | 0.10 – 1.70 | 99.7 | 99.2 | 98.5 | 96.7 | 94.8 | 89.8 | 30.96 | 14.19 | 16.78 | CL | 11.11 |
| | M – 2 | 1.70 – 2.45 | 99.8 | 98.8 | 98.1 | 96.9 | 95.1 | 94.6 | 25.91 | 13.61 | 12.30 | CL | 19.05 |
| C8 | M – 1 | 0.05 - 0.60 | 100.0 | 99.5 | 98.3 | 95.9 | 95.4 | 94.1 | 32.86 | 18.62 | 14.23 | CL | 14.94 |
| | M – 2 | 0.60 - 1.70 | 99.8 | 99.5 | 99.1 | 97.1 | 96.4 | 94.4 | 32.02 | 18.62 | 13.39 | CL | 20.48 |
| C9 | M – 1 | 0.20 – 0.75 | 99.6 | 97.9 | 96.3 | 93.4 | 92.2 | 91.1 | 46.49 | 23.48 | 23.01 | CL | 13.64 |
| | M – 2 | 0.75 - 1.53 | 100.0 | 100.0 | 94.9 | 92.4 | 89.30 | 84.6 | 43.91 | 19.94 | 23.96 | CL | 19.05 |
| C10 | M – 1 | 0.10 – 0.30 | 99.8 | 99.4 | 98.9 | 96.2 | 93.7 | 92.6 | 27.54 | 17.33 | 10.20 | CL | 16.28 |
| | M – 2 | 0.30 – 0.90 | 99.9 | 99.7 | 99.1 | 97.1 | 93.3 | 90.2 | 43.91 | 23.82 | 20.09 | CL | 19.05 |
| | M – 3 | 0.90 - 1.50 | 96.9 | 95.5 | 94.9 | 89.9 | 86.2 | 81.1 | 19.52 | 8.01 | 11.51 | CL | 25.00 |
| C11 | M – 1 | 0.00 – 1.60 | 99.9 | 98.9 | 98.2 | 96.5 | 91.3 | 76.2 | 33.46 | 16.67 | 16.80 | CL | 19.05 |

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla mostramos la capacidad admisible de suelo, ángulo de fricción y cohesión del suelo.

Tabla N° 09: Capacidad Admisible del suelo de las Calicatas.

| Excavación | Muestra N° | Profundidad De - A | q _a (Kg/cm²) | Angulo de fricción (ø) | Cohesión del suelo (Kg/cm²) |
|------------|------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| C4 | M – 1 | 0.30 - 1.40 | 0.72 | 16.4° | 0.183 |
| C7 | M – 1 | 1.70 – 2.45 | 0.73 | 15.4° | 0.211 |

Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación

Para el presente proyecto, la capacidad de soporte de los suelos encontrados según las calicatas realizadas a una distancia menor a 3.0 Km, se muestra los valores de CBR obtenidos al 95% de máxima densidad seca y a 0.1" de penetración, para los cuales se hallaron un total de 04 valores de CBR del proyecto en los siguientes puntos:

- Progresiva 0+500 con un valor de CBR = 3.90.
- Progresiva 3+000 con un valor de CBR = 4.50.
- Progresiva 6+000 con un valor de CBR = 6.40
- Progresiva 7+000 con un valor de CBR = 4.60.

Tabla N° 10: Resumen General de la Capacidad de soporte del terreno de fundación.

| CAL. | PROG. | LADO | DATOS | | CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | CBR 95% (2,5 mm) |
|------|-------|------|-------|-------------|---------------|----------|---------|-------|------------------|
| | | | M | Prof. (m) | SUCS | AASHTO | MDS | OCH | MDS |
| | | | | | | | | | |
| C-1 | 0+500 | D | M-3 | 0.60 – 1.50 | CL | A-6 (11) | 1.572 | 25.00 | 3.9 |
| C-4 | 3+000 | I | M-2 | 0.30 – 1.40 | CL | A-4- (9) | 1.670 | 21.3 | 4.5 |
| C-6 | 6+000 | D | M-2 | 1.70 – 2.45 | CL | A-6 (9) | 2.163 | 5.00 | 6.4 |
| C-10 | 7+000 | I | M-1 | 0.00 – 1.60 | CL | A-6 (11) | 1.802 | 17.50 | 4.60 |

En el siguiente cuadro "Calidad de Subrasante", se muestra la calidad del terreno de Fundación según su valor de CBR al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad.

CALIDAD DE SUBRASANTE

| CBR (%) | CLASIFICACION |
|---------|----------------------|
| < 3 | Subrasante muy pobre |
| 3 – 5 | Subrasante pobre |
| 6 – 10 | Subrasante regular |
| 11 – 19 | Subrasante buena |
| > 20 | Subrasante muy buena |

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

3.7 PERFIL ESTRATIGRAFICO.

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir los horizontes de material homogéneo y establecer el Perfil Estratigráfico.

3.7.1 DESCRIPCION DEL PERFIL.

La información obtenida de los trabajos de campo y de laboratorio, permiten determinar las características de los suelos de la sub rasante, los cuales se grafican en los perfiles correspondientes en las que se visualizan las características de los materiales.

→ Calicata 01 de 1.50 m de profundidad.

- Muestra N° 01 de 0.00 - 0.35 m.
 - Entre los niveles de 0.00 - 0.35 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 19.05%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 10.7%.
- Muestra N° 02 de 0.35 – 0.60 m.
 - Entre los niveles de 0.35 – 0.60 m de profundidad, se encontró Limo de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo ML Con una humedad natural de 20.48%.
 - Su índice de plasticidad: es bajo con 5.16%.
- Muestra N° 03 de 0.60 – 1.50 m.
 - Entre los niveles de 0.60 – 1.50 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 25.00%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 15.45%.

→ Calicata 02 de 1.65 m de profundidad.

- Muestra N° 1 de 0.10 - 0.60 m.
 - Entre los niveles de 0.10 – 0.60 m de profundidad, se encontró Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 13.67%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 13.47%.
- Muestra N° 02 de 0.60 – 1.20 m.
 - Entre los niveles de 0.60 – 1.20 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 6.03%.
 - Su índice de plasticidad: es alto con 21.95%
- Muestra N° 03 de 1.20 – 1.65 m.
 - Entre los niveles de 1.20 – 1.65 m de profundidad, se encontró Limo de Baja Plasticidad con Arena.

- SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo ML Con una humedad natural de 23.46%.
- Su índice de plasticidad: es bajo con 5.27%

➔ **Calicata 03 de 1.60 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.00 – 1.25 m.
 - Entre los niveles de 0.00 – 1.25 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 16.28%.
 - Su índice de plasticidad: es alto con 21.63%
- Muestra N° 02 de 1.25 – 1.60 m.
 - Entre los niveles de 1.25 – 1.60 m de profundidad, se encontró Arcilla Limosa de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL - ML Con una humedad natural de 22.45%.
 - Su índice de plasticidad: es bajo con 4.07%

➔ **Calicata 04 de 1.40 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.00 - 0.30 m.
 - Entre los niveles de 0.00 – 0.30 m de profundidad, se encontró Grava Arcillosa de Color Marrón Claro.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo GC Con una humedad natural de 19.05%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 10.07%.
- Muestra N° 02 de 0.30 – 1.40 m.
 - Entre los niveles de 0.30 – 1.40 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 25.00%.
 - Su índice de plasticidad: es bajo con 8.11%

➔ **Calicata 05 de 1.50 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.00 – 0.45 m.
 - Entre los niveles de 0.00 – 0.45 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 20.48%.
 - Su índice de plasticidad: es bajo con 9.79%
- Muestra N° 02 de 0.45 – 1.50 m.
 - Entre los niveles de 0.45 – 1.50 m de profundidad, se encontró Limo de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo ML Con una humedad natural de 19.05%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 17.78%

➔ **Calicata 06 de 1.60 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.00 – 1.60 m.
 - Entre los niveles de 0.00 – 1.60 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 16.28%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 11.68%.

→ **Calicata 07 de 2.45 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.10 – 1.70 m.
 - Entre los niveles de 0.10 – 1.70 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 11.11%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 16.78%
- Muestra N° 02 de 1.70 – 2.45 m.
 - Entre los niveles de 1.70 – 2.45 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 19.05%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 12.30%

→ **Calicata 08 de 1.70m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.05 – 0.60 m.
 - Entre los niveles de 0.05 – 0.60 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 14.94%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 14.23%
- Muestra N° 02 de 0.60 – 1.70 m.
 - Entre los niveles de 0.60 – 1.70 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 20.48%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 13.39%.

→ **Calicata 09 de 1.53 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.20 – 0.75 m.
 - Entre los niveles de 0.20 – 0.75 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 13.64%.
 - Su índice de plasticidad: es alto con 23.01%
- Muestra N° 02 de 0.75 – 1.53 m.
 - Entre los niveles de 0.75 – 1.53 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 19.05%.
 - Su índice de plasticidad: es alto con 23.96%.

→ **Calicata 10 de 1.50 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.10 – 0.30 m.
 - Entre los niveles de 0.10 – 0.30 de profundidad, se encontró Arcilla de baja plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 16.28%.
 - Su índice de plasticidad: es media con 10.20%
- Muestra N° 02 de 0.30 – 0.90 m.

- Entre los niveles de 0.30 – 0.90 m de profundidad, se encontró Arcilla de baja plasticidad.
- SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 19.05%.
- Su índice de plasticidad: es alto con 20.09%.
- Muestra N° 03 de 0.90 – 1.50 m.
 - Entre los niveles de 0.90 – 1.50 m de profundidad, se encontró Arcilla de baja plasticidad.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 25.00%.
 - Su índice de plasticidad: es alto con 11.51%.

➔ **Calicata 11 de 1.60 m de profundidad.**

- Muestra N° 01 de 0.00 – 1.60 m.
 - Entre los niveles de 0.00 – 1.60 m de profundidad, se encontró Arcilla de Baja Plasticidad con Arena.
 - SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) como un suelo CL Con una humedad natural de 19.05%.
 - Su índice de plasticidad: es medio con 16.80%

3.8 CONCLUSIONES.

- Las muestras obtenidas en las exploraciones de campo fueron analizadas en el laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de toda la trocha dentro de la profundidad investigada.
- Las exploraciones a cielo abierto (calicatas), de ejecutaron a una distancia de 1000m.
- Las muestras obtenidas en las exploraciones de campo fueron analizadas en Laboratorio de Concreto, Suelos y Pavimentos USAT, lo que permitió conocer la estratigrafía dentro de la profundidad investigada.
- El suelo de la zona ha sido terreno no explorado. El perfil del suelo está formado por estratos variables entre ellos están: Arcilla de baja plasticidad, Limo de baja plasticidad, Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad, Limo de Baja Plasticidad con Arena, Arcilla Limosa de Baja Plasticidad, Grava Arcillosa de Color Marrón Claro.
- El tipo de estrato que mayor presencia tiene en las muestras analizadas es el Arcilla de baja plasticidad y los de menor presencia son: Limo de baja plasticidad, Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad, Limo de Baja Plasticidad con Arena, Arcilla Limosa de Baja Plasticidad, Grava Arcillosa de Color Marrón Claro.
- De las muestras analizadas para calcular su capacidad admisible, los resultados fueron menores de 1, debido a que en las muestras predominan los finos.

3.9 ANEXOS.

ANEXO I ENSAYOS DE LABORATORIO.

ESCUELA : INGENIERIA CML Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 1

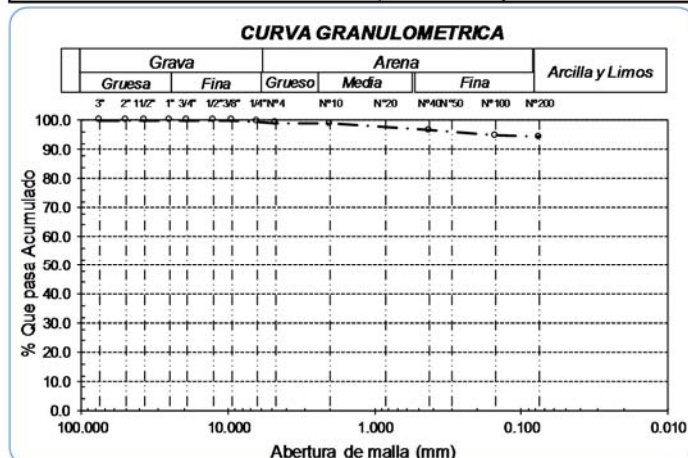
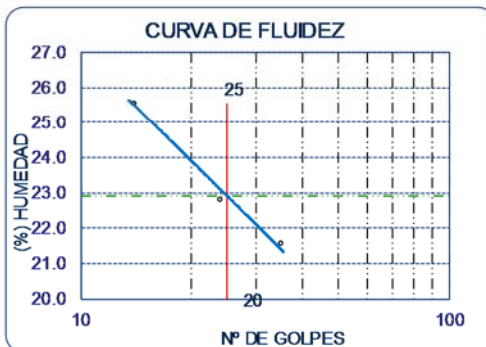
Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.35m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.3 | 99.7 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.8 | 99.2 |
| Nº 10 | 2.000 | 1.1 | 98.9 |
| Nº 20 | 0.850 | 1.6 | 98.4 |
| Nº 40 | 0.425 | 3.3 | 96.7 |
| Nº 50 | 0.300 | 4.4 | 95.6 |
| Nº 100 | 0.150 | 5.1 | 94.9 |
| Nº 200 | 0.075 | 5.7 | 94.3 |

| CURVA DE FLUIDEZ | | | |
|------------------|--|--|--------------|
| (%) HUMEDAD | | | Nº DE GOLPES |
| 27.0 | | | 10 |
| 26.0 | | | 20 |
| 25.0 | | | 100 |
| 24.0 | | | |
| 23.0 | | | |
| 22.0 | | | |
| 21.0 | | | |
| 20.0 | | | |

| Ensayo de Límite de Atterberg | | | |
|-------------------------------|---------|-----|--|
| Limite liquido (LL) | 22.90 | (%) | |
| Limite Plastico (LP) | 12.83 | (%) | |
| Indice Plastico (IP) | 10.07 | (%) | |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL | | |
| Descripción del suelo | | | |
| Arcilla de baja plasticidad | | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-4 (9) | | |
| Descripción | | | |
| REGULAR-MALO | | | |



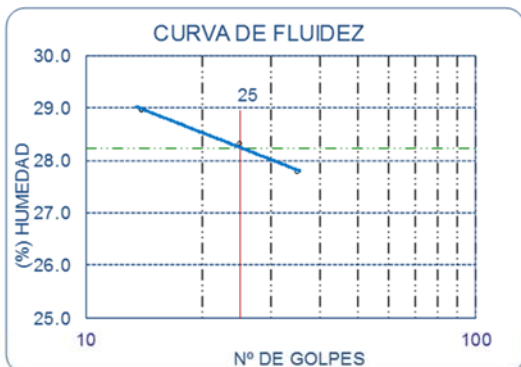
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 1

Muestra: M-2

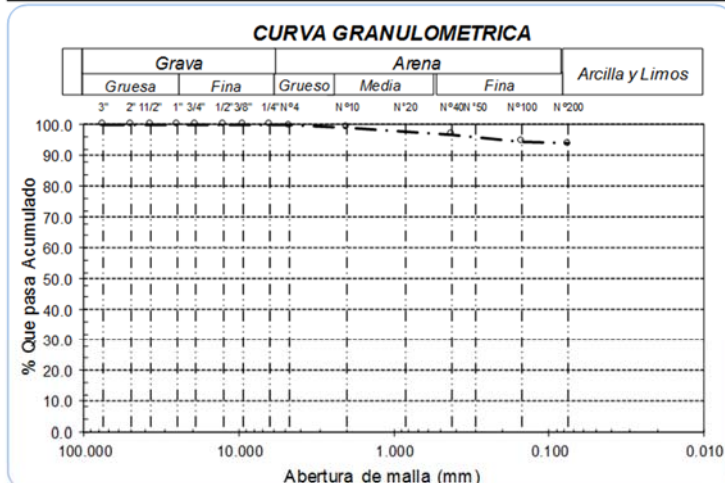
Profundidad: 0.35m. - 0.60m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.2 | 99.8 |
| N° 10 | 2.000 | 0.9 | 99.1 |
| N° 20 | 0.850 | 1.4 | 98.6 |
| N° 40 | 0.425 | 3.1 | 96.9 |
| N° 50 | 0.300 | 5.0 | 95.0 |
| N° 100 | 0.150 | 5.5 | 94.5 |
| N° 200 | 0.075 | 6.2 | 93.8 |
| Distribución granulométrica | | | |
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.2 |
| | G.F. % | 0.2 | |
| % Arena | A.G. % | 0.7 | 6.0 |
| | A.M. % | 2.2 | |
| | A.F. % | 3.1 | |
| % Arcilla y Limo | | 93.8 | 93.8 |
| Total | | 100.0 | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 20.48 | |



Ensayo de Límite de Atterberg

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Límite líquido (LL) | 28.24 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 23.08 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 5.16 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | ML |
| Descripción del suelo | Limo de baja plasticidad |
| Clasificación (AASHTO) | A-4 (9) |
| Descripción | REGULAR-MALO |



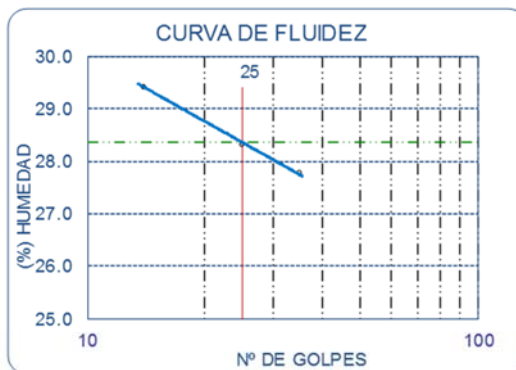
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 1

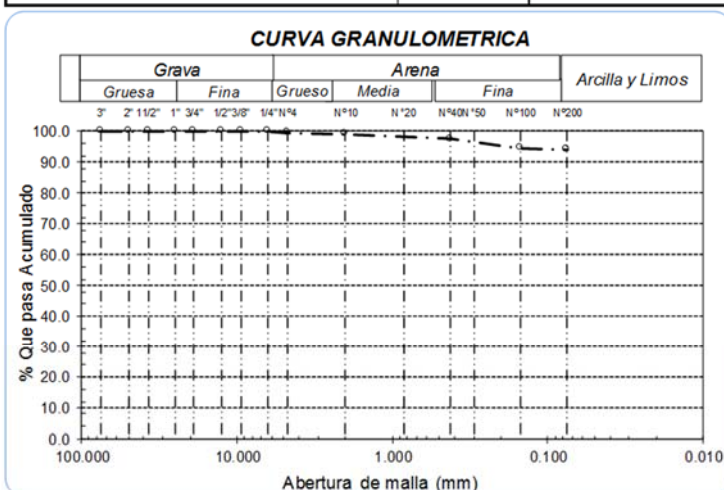
Muestra: M-3

Profundidad: 0.60m. - 1.50m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.3 | 99.7 |
| N° 10 | 2.000 | 0.8 | 99.2 |
| N° 20 | 0.850 | 1.5 | 98.5 |
| N° 40 | 0.425 | 2.4 | 97.6 |
| N° 50 | 0.300 | 4.2 | 95.8 |
| N° 100 | 0.150 | 5.3 | 94.7 |
| N° 200 | 0.075 | 5.8 | 94.2 |
| Distribución granulométrica | | | |
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.3 |
| | G.F. % | 0.3 | |
| % Arena | A.G. % | 0.5 | 5.5 |
| | A.M. % | 1.6 | |
| | A.F. % | 3.4 | |
| % Arcilla y Limo | | 94.2 | 94.2 |
| Total | | 100.0 | |
| Contenido de Humedad | | 25.00 | |



| Ensayo de Límite de Atterberg | |
|-------------------------------|-----------|
| Límite líquido (LL) | 28.36 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 12.90 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 15.45 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (11) |
| Descripción | |
| MALO | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA: Sánchez Pinedo Wilder Alex

Zamora Díaz John Denis

TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN

CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata C-1

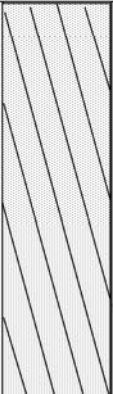

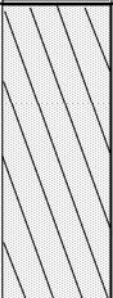
Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO

COORDENADAS

10677461 - 1722177

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad | | Tipo de | Muestra | Símbolo | Clasificación | Descripción visual (IN-SITU) |
|-------------|------|---|---------|---|---------------|---|
| 0.0 | (m) | Excavación | Nº | | SUCS | |
| 0.0 | 0.00 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | <p>Arcilla de Baja Plasticidad</p> <p>Límite líquido : 22.90%</p> <p>Índice plástico : 10.07%</p> <p>Humedad natural : 19.05%</p> |
| 0.1 | | | | | | |
| 0.2 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.4 | | | | | | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | 0.35 | | | | | |
| 1.6 | 0.35 | | M-2 |  | ML | <p>Limo de Baja Plasticidad</p> <p>Límite líquido : 28.24%</p> <p>Índice plástico : 5.16%</p> <p>Humedad natural : 20.48%</p> |
| 1.8 | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.4 | 0.60 | | | | | |
| 2.6 | 0.60 | | M-3 |  | CL | <p>Arcilla de Baja Plasticidad</p> <p>Límite líquido : 28.36%</p> <p>Índice plástico : 15.45%</p> <p>Humedad natural : 25.00%</p> |
| 2.8 | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | |
| 3.2 | | | | | | |
| 3.4 | | | | | | |
| 3.8 | 1.50 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra

C = Calicata

S/M = Sin muestra

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 2

Muestra: M-1

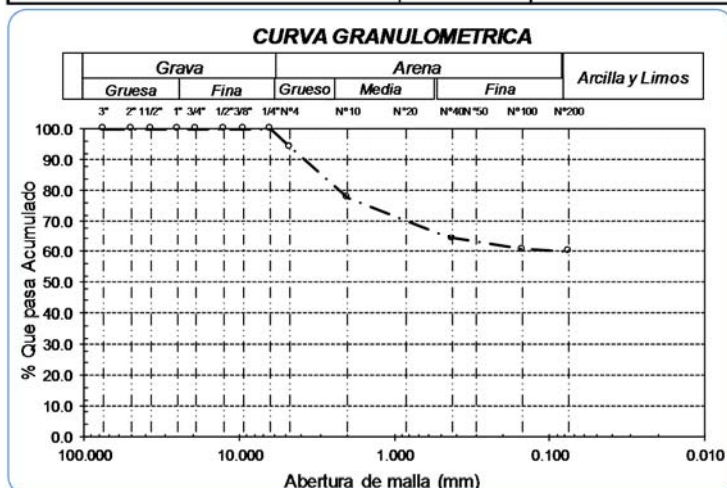
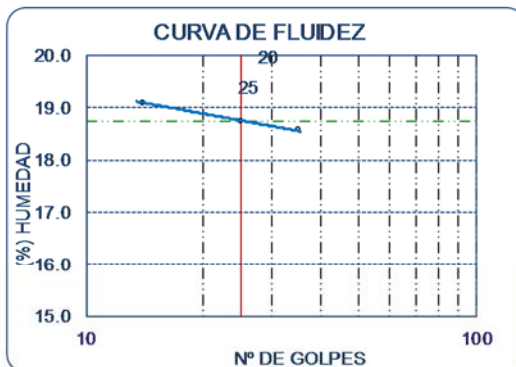
Profundidad: 0.10m. - 0.60m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 5.6 | 94.4 |
| N° 10 | 2.000 | 22.3 | 77.7 |
| N° 20 | 0.850 | 28.1 | 71.9 |
| N° 40 | 0.425 | 35.7 | 64.3 |
| N° 50 | 0.300 | 37.5 | 62.5 |
| N° 100 | 0.150 | 39.4 | 60.6 |
| N° 200 | 0.075 | 40.0 | 60.0 |

| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 5.6 |
| | G.F. % | 5.6 | |
| % Arena | A.G. % | 16.7 | 34.4 |
| | A.M. % | 13.4 | |
| | A.F. % | 4.3 | |
| % Arcilla y Limo | | 60.0 | 60.0 |
| Total | | 100.0 | 100.0 |

| | | |
|-----------------------------|--|-------|
| Contenido de Humedad | | 13.64 |
|-----------------------------|--|-------|

| Ensayo de Límite de Atterberg | |
|--|-----------|
| Límite líquido (LL) | 18.75 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 5.28 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 13.47 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla arenosa de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (6) |
| Descripción | |
| MALO | |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 2

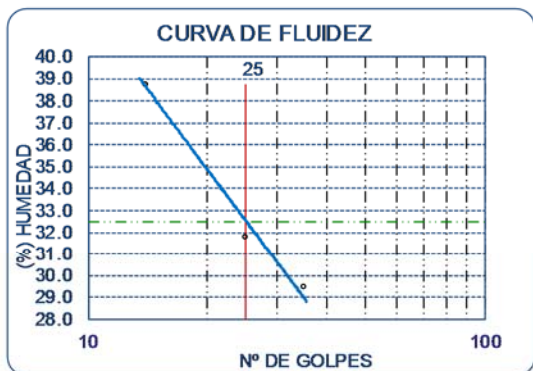
Muestra: M-1

Profundidad: 0.60m. - 1.20m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 2.6 | 97.4 |
| N° 10 | 2.000 | 3.4 | 96.6 |
| N° 20 | 0.850 | 6.6 | 93.4 |
| N° 40 | 0.425 | 9.5 | 90.5 |
| N° 50 | 0.300 | 11.5 | 88.5 |
| N° 100 | 0.150 | 12.3 | 87.7 |
| N° 200 | 0.075 | 13.1 | 86.9 |

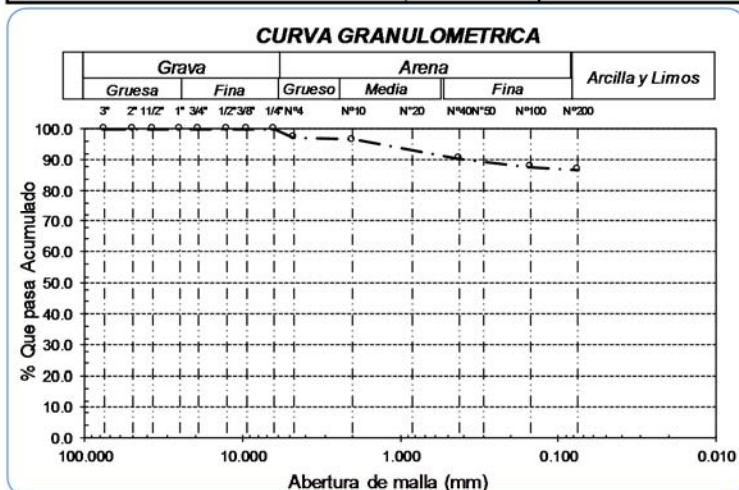
| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|-------|------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 2.6 |
| | G.F. % | 2.6 | |
| % Arena | A.G. % | 0.8 | 10.5 |
| | A.M. % | 6.1 | |
| | A.F. % | 3.6 | |
| % Arcilla y Limo | | 86.9 | 86.9 |
| Total | | 100.0 | |

| | | | |
|-----------------------------|--|-------|--|
| Contenido de Humedad | | 21.95 | |
|-----------------------------|--|-------|--|



Ensayo de Límite de Atterberg

| | | |
|-----------------------------|----------|-----|
| Límite líquido (LL) | 32.51 | (%) |
| Límite Plástico (LP) | 11.57 | (%) |
| Índice Plástico (IP) | 20.94 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL | |
| Descripción del suelo | | |
| Arcilla de baja plasticidad | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (13) | |
| Descripción | | |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 2

Muestra: M-3

Profundidad: 1.20m. - 1.65m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.9 | 99.1 |
| 1/4" | 6.300 | 1.0 | 99.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 1.1 | 98.9 |
| Nº 10 | 2.000 | 1.8 | 98.2 |
| Nº 20 | 0.850 | 2.3 | 97.7 |
| Nº 40 | 0.425 | 3.7 | 96.3 |
| Nº 50 | 0.300 | 5.8 | 94.2 |
| Nº 100 | 0.150 | 16.2 | 83.8 |
| Nº 200 | 0.075 | 21.7 | 78.3 |

| Distribución granulométrica | | | |
|-----------------------------|--------|------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 1.1 |
| | G.F % | 1.1 | |
| % Arena | A.G % | 0.7 | 20.6 |
| | A.M % | 1.9 | |
| | A.F % | 18.0 | |
| % Arcilla y Limo | | 78.3 | 78.3 |
| Total | | | 100.0 |

| | | |
|----------------------|--|-------|
| Contenido de Humedad | | 23.46 |
|----------------------|--|-------|

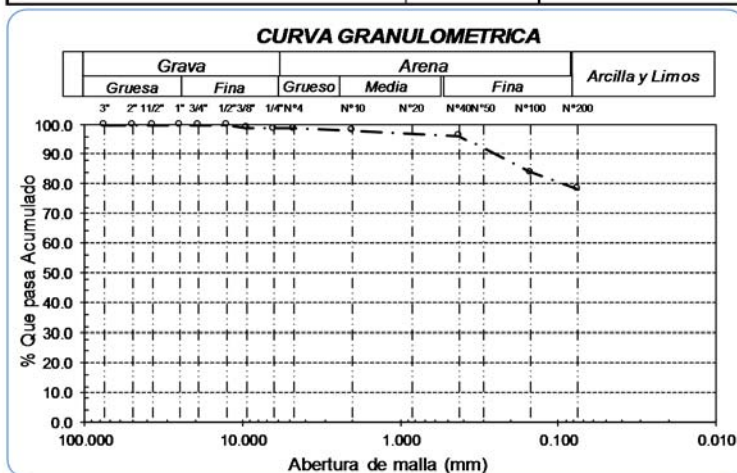
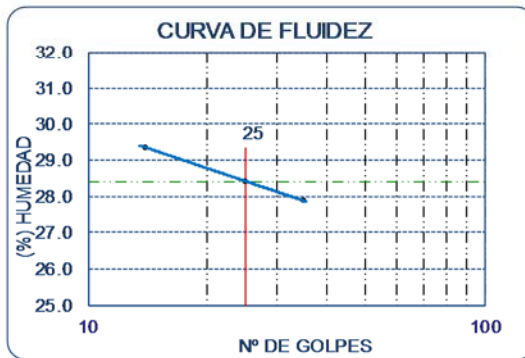
CURVA DE FLUIDEZ

| | |
|------|--|
| 32.0 | |
| 31.0 | |
| 30.0 | |
| 29.0 | |
| 28.0 | |
| 27.0 | |
| 26.0 | |
| 25.0 | |

10 25 100

Nº DE GOLPES

| | | |
|------------------------------------|---------|-----|
| Ensayo de Límite de Atterberg | | |
| Límite líquido (LL) | 28.41 | (%) |
| Límite Plástico (LP) | 23.14 | (%) |
| Índice Plástico (IP) | 5.27 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | ML | |
| Descripción del suelo | | |
| Limo de baja plasticidad con arena | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-4 (9) | |
| Descripción | | |
| REGULAR-MALO | | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA: Sánchez Pinedo Wilder Alex
 Zamora Díaz John Denis

TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

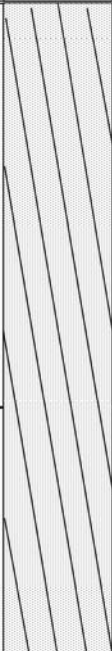
UBICACIÓN: CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata: C-2

Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

COORDENADAS: 067°46'11" W 12°28'17" S **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (m) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---------------------------|---|---------------|--|-----------------------|--|
| 0.1 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad Límite líquido : 18.75% Índice plástico : 13.47% Humedad natural : 13.67% |
| 0.2 | | | | | |
| 0.3 | | | | | |
| 0.4 | | | | | |
| 0.8 | | | | | |
| 1.0 | | | | | |
| 1.2 | | | | | |
| 1.4 | | M-2 | | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 32.51% Índice plástico : 20.94% Humedad natural : 21.95% |
| 1.6 | | | | | |
| 1.8 | | | | | |
| 2.0 | | | | | |
| 2.2 | | | | | |
| 2.4 | | M-3 | | ML | Limo de Baja Plasticidad con Arena Límite líquido : 28.41% Índice plástico : 5.27% Humedad natural : 23.46% |
| 2.6 | | | | | |
| 2.8 | | | | | |
| 3.0 | | | | | |
| 3.2 | | | | | |
| 3.4 | | | | | |
| 3.8 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 3

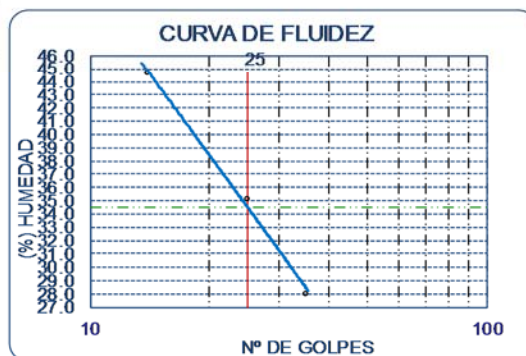
Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.25m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.5 | 99.5 |
| 1/4" | 6.300 | 0.8 | 99.2 |
| Nº 4 | 4.750 | 2.1 | 97.9 |
| Nº 10 | 2.000 | 2.6 | 97.4 |
| Nº 20 | 0.850 | 2.8 | 97.2 |
| Nº 40 | 0.425 | 4.6 | 95.4 |
| Nº 50 | 0.300 | 5.1 | 94.9 |
| Nº 100 | 0.150 | 5.4 | 94.6 |
| Nº 200 | 0.075 | 5.9 | 94.1 |

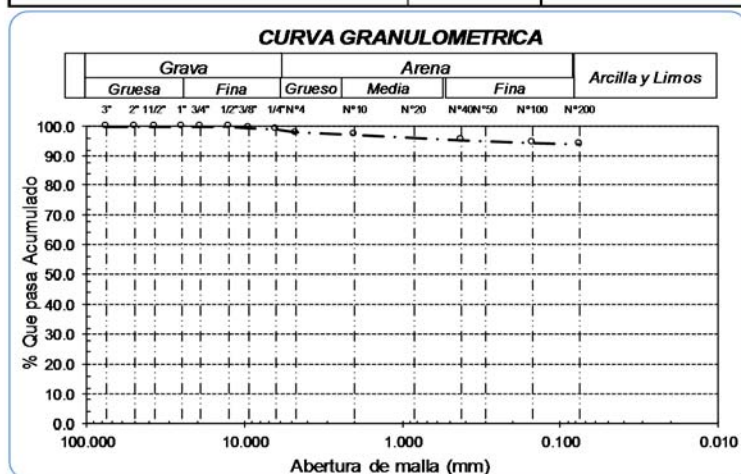
| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 2.1 |
| | G.F % | 2.1 | |
| % Arena | A.G % | 0.5 | 3.8 |
| | A.M % | 2.0 | |
| | A.F % | 1.3 | |
| % Arcilla y Limo | | 94.1 | 94.1 |
| Total | | | 100.0 |

| Contenido de Humedad | | 16.28 |
|-----------------------------|--|-------|
|-----------------------------|--|-------|



Ensayo de Límite de Atterberg

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Límite líquido (LL) | 34.45 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 12.83 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 21.63 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (13) |
| Descripción | |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata - 3

Muestra: M-2

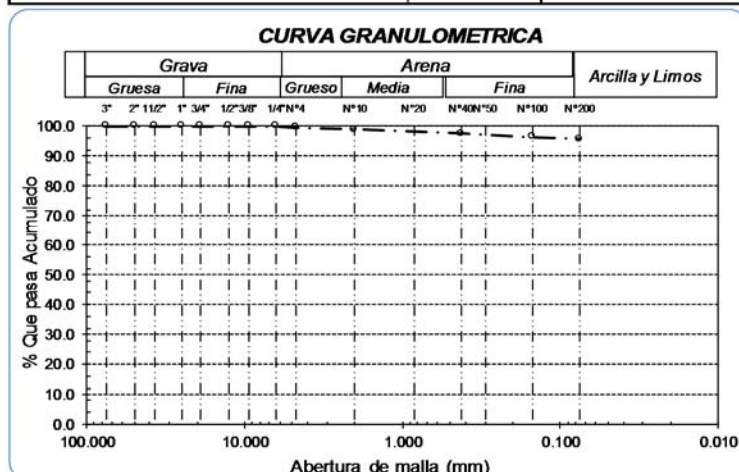
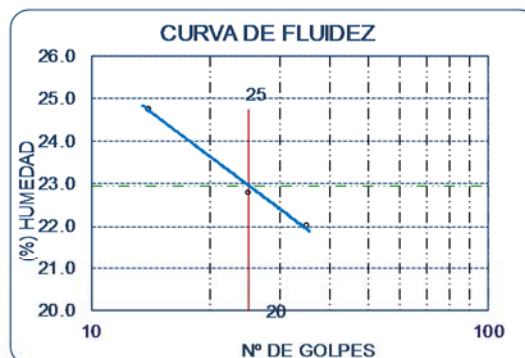
Profundidad: 1.25m. - 1.60m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.4 | 99.6 |
| Nº 10 | 2.000 | 1.0 | 99.0 |
| Nº 20 | 0.850 | 1.9 | 98.1 |
| Nº 40 | 0.425 | 2.5 | 97.5 |
| Nº 50 | 0.300 | 2.9 | 97.1 |
| Nº 100 | 0.150 | 3.6 | 96.4 |
| Nº 200 | 0.075 | 4.2 | 95.8 |

| Distribución granulométrico | | | |
|-----------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.4 |
| | G. F % | 0.4 | |
| % Arena | AG % | 0.6 | 3.8 |
| | AM % | 1.5 | |
| | AF % | 1.7 | |
| % Arcilla y Limo | | 95.8 | 95.8 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 22.45 | |

CURVA DE FLUIDEZ

| Ensayo de Límite de Atterberg | | | |
|------------------------------------|---------|-----|--|
| Limite liquido (LL) | 22.95 | (%) | |
| Limite Plastico (LP) | 18.88 | (%) | |
| Índice Plastico (IP) | 4.07 | (%) | |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL-ML | | |
| Descripción del suelo | | | |
| Arcilla limosa de baja plasticidad | | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-4 (9) | | |
| Descripción | | | |
| REGULAR-MALO | | | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis

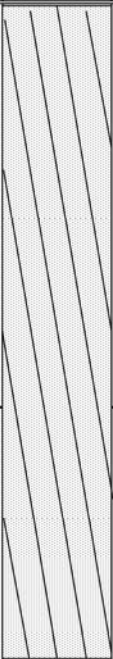
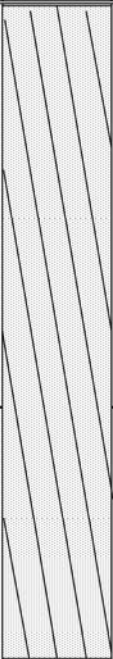
TESIS "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata C-3
Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO

COORDENADAS : 0677061 - 1228177 **Nivel freático :** No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad | | Tipo de | Muestra | Símbolo | Clasificación | Descripción visual (IN-SITU) |
|-------------|------|---|---------|--|---------------|--|
| 0.0 | (m) | Excavación | Nº | | SUCS | |
| 0.0 | 0.00 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 34.45% Índice plástico : 21.63% Humedad natural : 16.28% |
| 0.1 | | | | | | |
| 0.2 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.4 | | | | | | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | 1.25 | | | | | |
| 1.6 | 1.25 | | | | | |
| 1.8 | | M-2 | |  | CL-ML | Arcilla Limosa de Baja Plasticidad Límite líquido : 22.95% Índice plástico : 4.07% Humedad natural : 22.45% |
| 2.0 | | | | | | |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.4 | 1.60 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

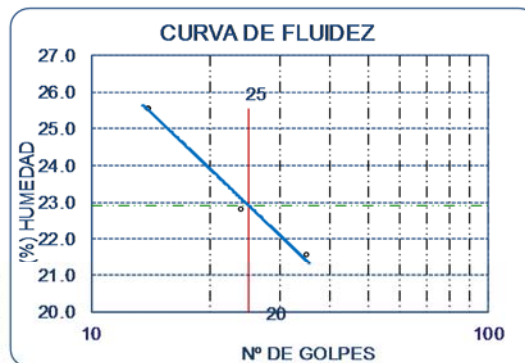
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.30m.

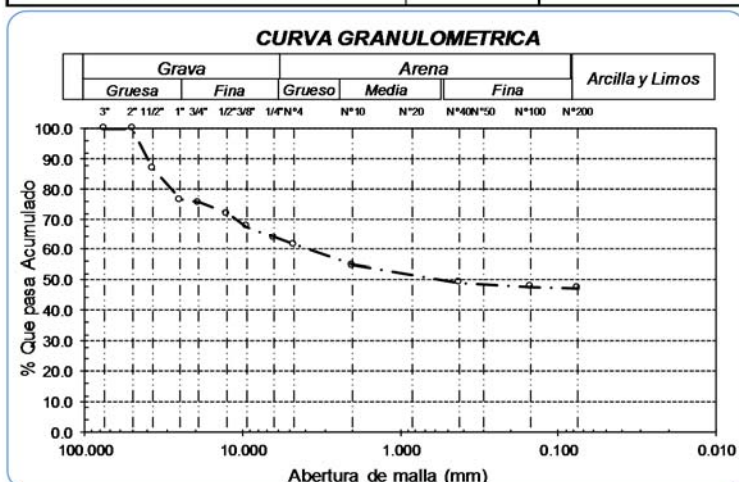
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 13.0 | 87.0 |
| 1" | 25.000 | 23.4 | 76.6 |
| 3/4" | 19.000 | 24.2 | 75.8 |
| 1/2" | 12.500 | 27.9 | 72.1 |
| 3/8" | 9.500 | 32.3 | 67.7 |
| 1/4" | 6.300 | 36.1 | 63.9 |
| N° 4 | 4.750 | 38.4 | 61.6 |
| N° 10 | 2.000 | 45.3 | 54.7 |
| N° 20 | 0.850 | 47.7 | 52.3 |
| N° 40 | 0.425 | 50.9 | 49.1 |
| N° 50 | 0.300 | 51.6 | 48.4 |
| N° 100 | 0.150 | 52.4 | 47.6 |
| N° 200 | 0.075 | 52.7 | 47.3 |



| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 24.2 | 38.4 |
| | G. F % | 14.2 | |
| % Arena | AG % | 6.9 | 14.3 |
| | AM % | 5.6 | |
| | AF % | 1.8 | |
| % Arcilla y Limo | | 47.3 | 47.3 |
| Total | | 100.0 | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 19.05 | |

Ensayo de Límite de Atterberg

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Límite líquido (LL) | 22.90 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 12.83 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 10.07 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | GC |
| Descripción del suelo | Grava arcillosa |
| Clasificación (AASHTO) | A-4 (3) |
| Descripción | REGULAR-MALO |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 4

Muestra: M-2

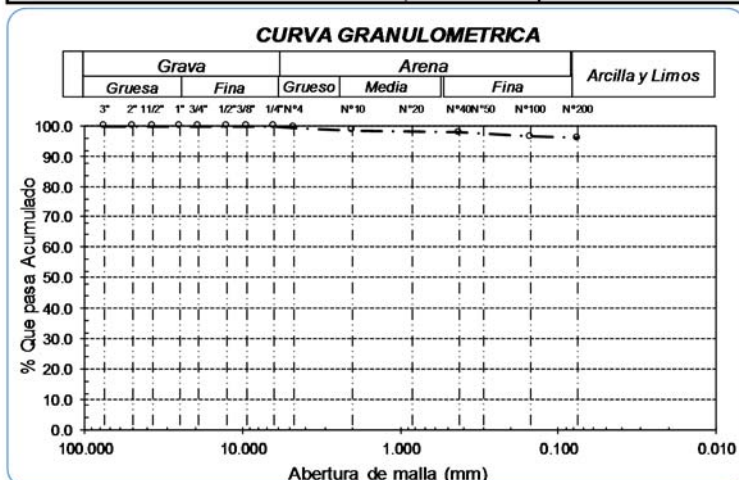
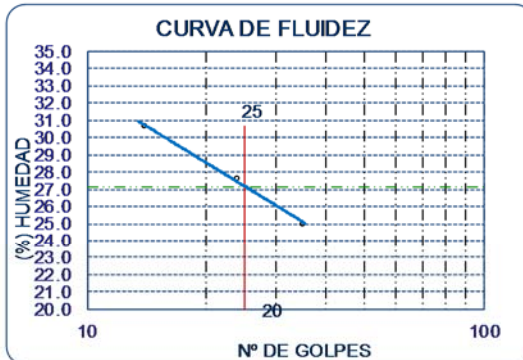
Profundidad: 0.30m. - 1.40m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.5 | 99.5 |
| N° 10 | 2.000 | 1.2 | 98.8 |
| N° 20 | 0.850 | 1.7 | 98.3 |
| N° 40 | 0.425 | 2.0 | 98.0 |
| N° 50 | 0.300 | 2.6 | 97.4 |
| N° 100 | 0.150 | 3.3 | 96.7 |
| N° 200 | 0.075 | 3.8 | 96.2 |

| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.5 |
| | G.F % | 0.5 | |
| % Arena | AG % | 0.7 | 3.3 |
| | AM % | 0.8 | |
| | AF % | 1.8 | |
| % Arcilla y Limo | | 96.2 | 96.2 |
| Total | | 100.0 | 100.0 |

| | | |
|-----------------------------|--|-------|
| Contenido de Humedad | | 25.00 |
|-----------------------------|--|-------|

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Ensayo de Limite de Atterberg | |
| Límite líquido (LL) | 27.16 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 19.05 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 8.11 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-4 (9) |
| Descripción | |
| REGULAR-MALO | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis


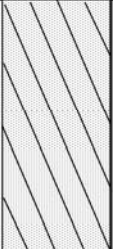
TESIS "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata C-4
Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO

COORDENADAS : 0674061 - 1228177 **Nivel freático :** No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (m) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---------------------------|---|---------------|---|-----------------------|--|
| 0.00 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | GC | Grava Arcillosa de Color Marron Claro Límite líquido : 22.90% Índice plástico : 10.07% Humedad natural : 19.05% |
| 0.1 | | | | | |
| 0.2 | | | | | |
| 0.3 | | | | | |
| 0.4 | | | | | |
| 0.8 | | | | | |
| 1.0 | | | | | |
| 1.2 | | | | | |
| 1.4 | | | | | |
| 1.4 | | | | | |
| 1.6 | | M-2 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 27.16% Índice plástico : 8.11% Humedad natural : 25.00% |
| 1.6 | 0.30 | | | | |
| 1.8 | | | | | |
| 2.0 | | | | | |
| 2.2 | | | | | |
| 2.4 | 1.40 | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

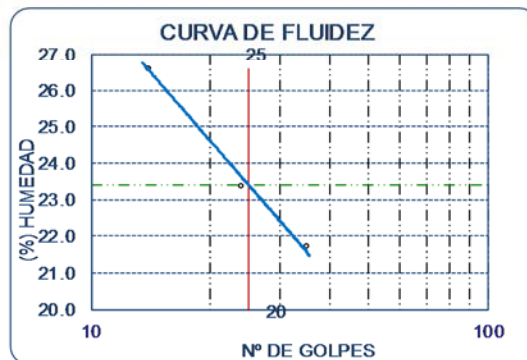
Calicata - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.45m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 1.1 | 98.9 |
| 1" | 25.000 | 2.2 | 97.8 |
| 3/4" | 19.000 | 4.1 | 95.9 |
| 1/2" | 12.500 | 4.6 | 95.4 |
| 3/8" | 9.500 | 5.9 | 94.1 |
| 1/4" | 6.300 | 6.4 | 93.6 |
| N° 4 | 4.750 | 6.9 | 93.1 |
| N° 10 | 2.000 | 7.2 | 92.8 |
| N° 20 | 0.850 | 7.7 | 92.3 |
| N° 40 | 0.425 | 8.4 | 91.6 |
| N° 50 | 0.300 | 10.1 | 89.9 |
| N° 100 | 0.150 | 10.6 | 89.4 |
| N° 200 | 0.075 | 11.1 | 88.9 |

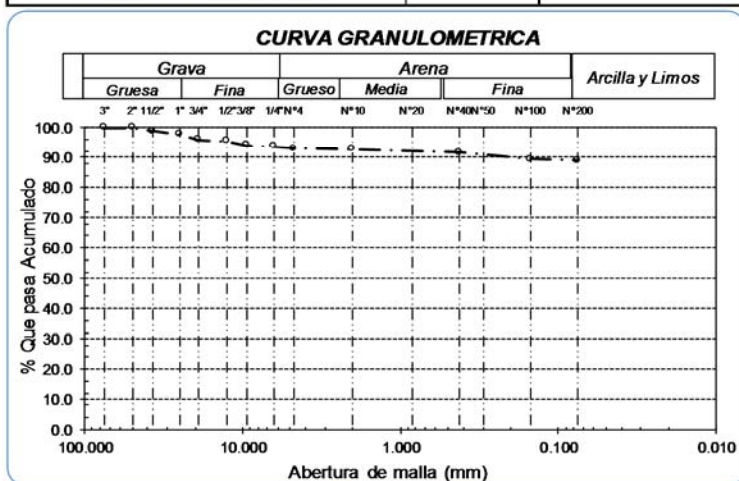
| Distribución granulométrica | | | |
|-----------------------------|--------|-------|------|
| % Grava | G.G. % | 4.1 | 6.9 |
| | G.F. % | 2.8 | |
| % Arena | A.G. % | 0.3 | 4.2 |
| | A.M. % | 1.2 | |
| | A.F. % | 2.7 | |
| % Arcilla y Limo | | 88.9 | 88.9 |
| Total | | 100.0 | |
| Contenido de Humedad | | 19.05 | |



Ensayo de Límite de Atterberg

| | | |
|-----------------------------|----------|-----|
| Límite líquido (LL) | 23.39 | (%) |
| Límite Plástico (LP) | 5.61 | (%) |
| Índice Plástico (IP) | 17.78 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL | |
| Descripción del suelo | | |
| Arcilla de baja plasticidad | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (11) | |
| Descripción | | |

MALO



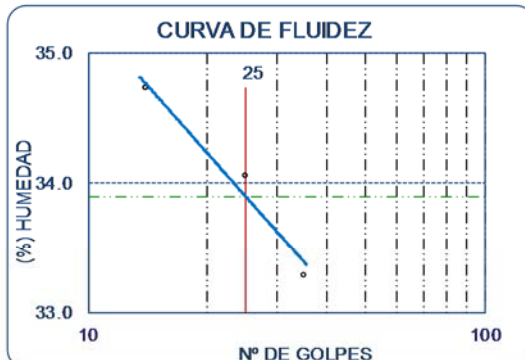
ESCUELA : INGENIERIA CML Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 5

Muestra: M-2

Profundidad: 0.45m. - 1.50m.

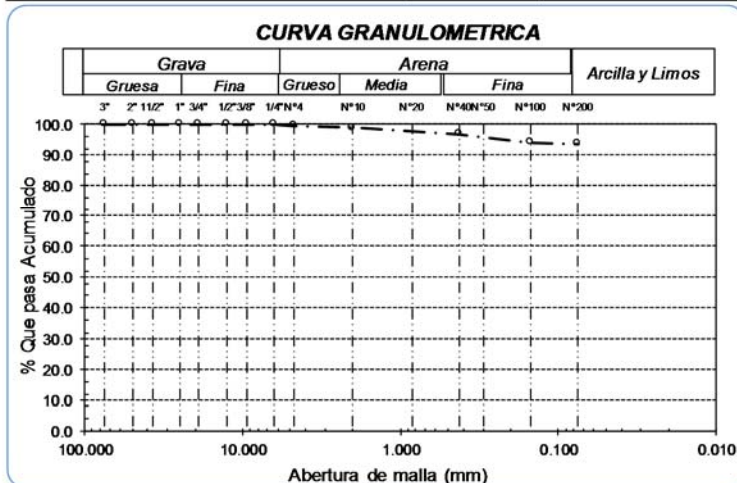
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|-----------------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.4 | 99.6 |
| Nº 10 | 2.000 | 1.1 | 98.9 |
| Nº 20 | 0.850 | 2.0 | 98.0 |
| Nº 40 | 0.425 | 3.2 | 96.8 |
| Nº 50 | 0.300 | 4.9 | 95.1 |
| Nº 100 | 0.150 | 5.8 | 94.2 |
| Nº 200 | 0.075 | 6.4 | 93.6 |
| Distribución granulométrica | | | |
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.4 |
| | G. F % | 0.4 | |
| % Arena | A.G % | 0.7 | 6.0 |
| | A.M % | 2.1 | |
| | A.F % | 3.2 | |
| % Arcilla y Limo | | 93.6 | 93.6 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 20.48 | |



Ensayo de Límite de Atterberg

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Limite líquido (LL) | 33.90 (%) |
| Limite Plástico (LP) | 24.10 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 9.79 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | ML |
| Descripción del suelo | |
| Limo de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-4 (9) |
| Descripción | |

REGULAR-MALO



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA: Sánchez Pinedo Wilder Alex
 Zamora Díaz John Denis

TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN: CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata: C-5

Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

COORDENADAS: 0674061 - 1228177 **Nivel freático : No se encontro**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad | | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|-------------|------|---|------------|---------|-----------------------------|---|
| 0.0 | (m) | | | | | |
| 0.1 | 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 | CL | Arcilla de Baja Plasticidad | Límite líquido : 23.39% Índice plástico : 17.78% Humedad natural : 19.05% |
| 0.2 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.4 | | | | | | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | 0.45 | | | | | |
| 1.6 | 0.45 | | | | | |
| 1.8 | | | | | | |
| 2.0 | | M-2 | | ML | Limo de Baja Plasticidad | Límite líquido : 23.90% Índice plástico : 9.79% Humedad natural : 20.48% |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.4 | 1.50 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 6

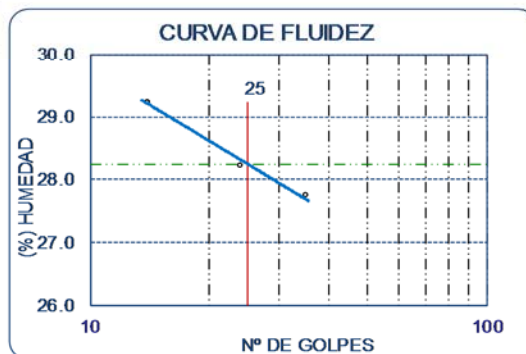
Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.60m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| N° 10 | 2.000 | 0.0 | 100.0 |
| N° 20 | 0.850 | 0.1 | 99.9 |
| N° 40 | 0.425 | 0.3 | 99.7 |
| N° 50 | 0.300 | 0.4 | 99.6 |
| N° 100 | 0.150 | 0.6 | 99.4 |
| N° 200 | 0.075 | 1.0 | 99.0 |

| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.0 |
| | G.F. % | 0.0 | |
| % Arena | A.G. % | 0.0 | 1.0 |
| | A.M. % | 0.3 | |
| | A.F. % | 0.7 | |
| % Arcilla y Limo | | 99.0 | 99.0 |
| Total | | | 100.0 |

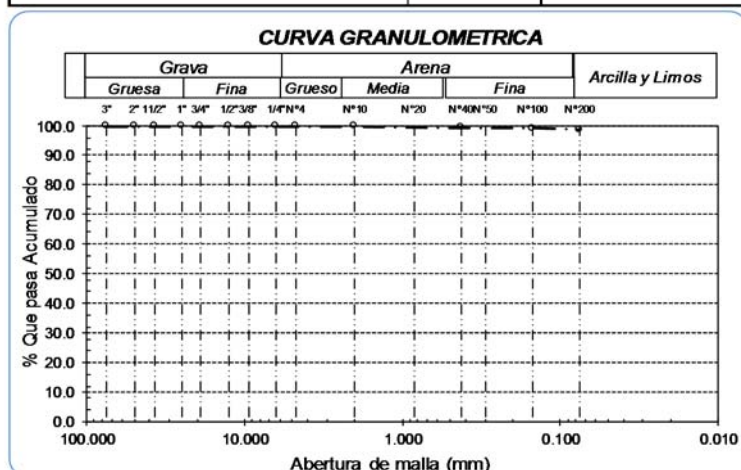
| | | |
|-----------------------------|--|-------|
| Contenido de Humedad | | 16.28 |
|-----------------------------|--|-------|



Ensayo de Límite de Atterberg

| | |
|-----------------------------|-----------|
| Límite líquido (LL) | 28.24 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 16.56 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 11.68 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (9) |
| Descripción | |

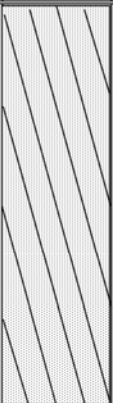
MALO



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA: Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"
UBICACIÓN: CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
Calicata: C-1
Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (m) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---------------------------|---|---------------|--|------------------------------|--|
| 0.00 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 28.24% Índice plástico : 11.68% Humedad natural : 16.28% |
| 0.1 | | | | | |
| 0.2 | | | | | |
| 0.3 | | | | | |
| 0.4 | | | | | |
| 0.8 | | | | | |
| 1.0 | | | | | |
| 1.2 | | | | | |
| 1.4 | | | | | |
| 1.60 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 7

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m. - 1.70m.

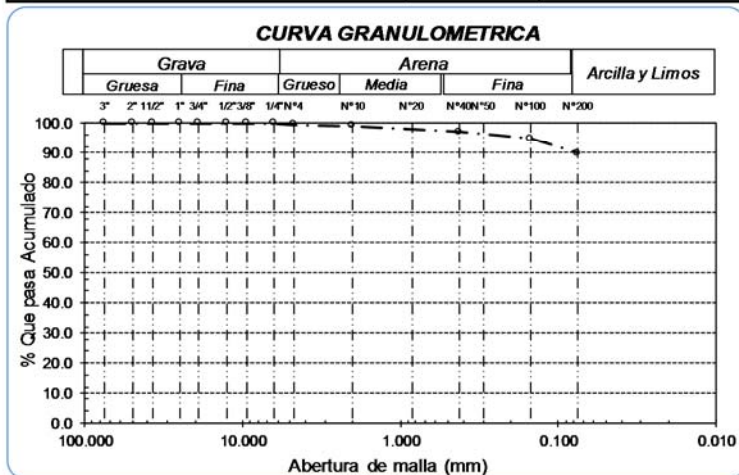
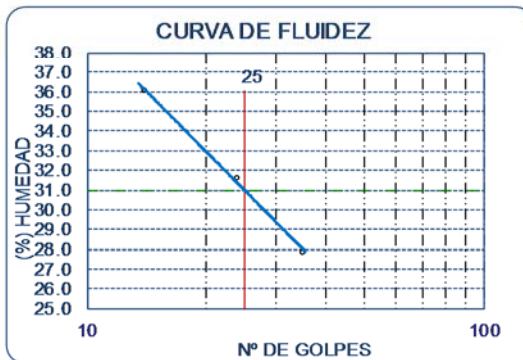
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.3 | 99.7 |
| Nº 10 | 2.000 | 0.8 | 99.2 |
| Nº 20 | 0.850 | 1.5 | 98.5 |
| Nº 40 | 0.425 | 2.8 | 97.2 |
| Nº 50 | 0.300 | 3.3 | 96.7 |
| Nº 100 | 0.150 | 5.2 | 94.8 |
| Nº 200 | 0.075 | 10.2 | 89.8 |

| Distribución granulométrica | | | |
|-----------------------------|--------|-------|------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.3 |
| | G. F % | 0.3 | |
| % Arena | A.G % | 0.5 | 9.9 |
| | AM % | 2.0 | |
| | AF % | 7.4 | |
| % Arcilla y Limo | | 89.8 | 89.8 |
| Total | | 100.0 | |
| Contenido de Humedad | | 11.11 | |

CURVA DE FLUIDEZ

The graph plots Humidity (%) on the y-axis (ranging from 25.0 to 38.0) against the Number of Blows (Nº DE GOLPES) on the x-axis (ranging from 10 to 100). A blue line represents the flow curve. A vertical red line is drawn at 25 blows, and a horizontal green line is drawn at 31.5% humidity, intersecting the curve at 25 blows.

| Ensayo de Límite de Atterberg | | | |
|-------------------------------|--|-------|----------|
| Límite líquido (LL) | | 30.96 | (%) |
| Límite Plástico (LP) | | 14.19 | (%) |
| Índice Plástico (IP) | | 16.78 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | | CL |
| Descripción del suelo | | | |
| Arcilla de baja plasticidad | | | |
| Clasificación (AASHTO) | | | A-6 (11) |
| Descripción | | | |
| MALO | | | |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 7

Muestra: M-2

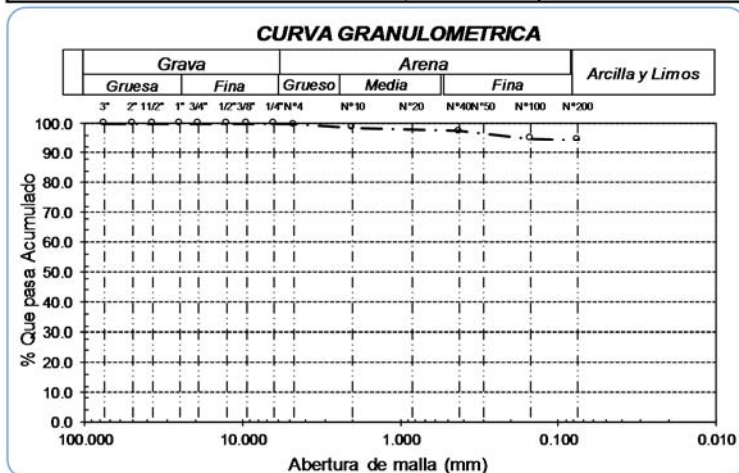
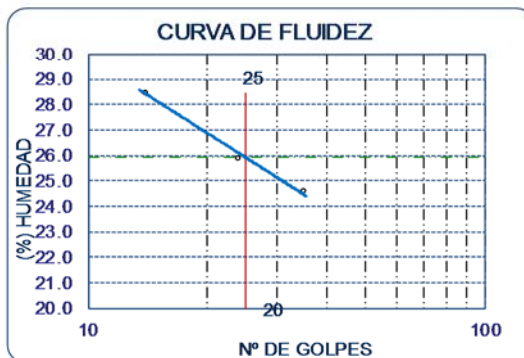
Profundidad: 1.70m. - 2.45m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.2 | 99.8 |
| Nº 10 | 2.000 | 1.2 | 98.8 |
| Nº 20 | 0.850 | 1.9 | 98.1 |
| Nº 40 | 0.425 | 2.4 | 97.6 |
| Nº 50 | 0.300 | 3.1 | 96.9 |
| Nº 100 | 0.150 | 4.9 | 95.1 |
| Nº 200 | 0.075 | 5.4 | 94.6 |

| Distribución granulométrico | | | |
|-----------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.2 |
| | G. F % | 0.2 | |
| % Arena | A.G % | 1.0 | 5.2 |
| | A.M % | 1.2 | |
| | A.F % | 3.0 | |
| % Arcilla y Limo | | 94.6 | 94.6 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 19.05 | |

CURVA DE FLUIDEZ

| Ensayo de Límite de Atterberg | | |
|-------------------------------|---------|-----|
| Límite líquido (LL) | 25.91 | (%) |
| Límite Plástico (LP) | 13.61 | (%) |
| Índice Plástico (IP) | 12.30 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL | |
| Descripción del suelo | | |
| Arcilla de baja plasticidad | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (9) | |
| Descripción | | |
| MALO | | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA Sánchez Pinedo Wilder Alex
 Zamora Díaz John Denis

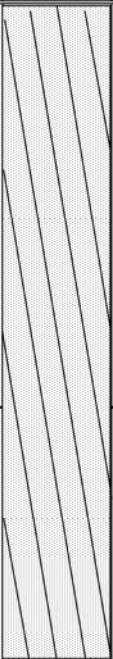
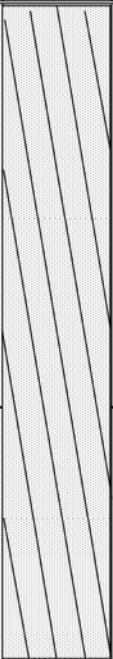
TESIS "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata C-7
Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO

COORDENADAS : 0674061 - 1228177 **Nivel freático :** No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad | | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|-------------|------|---|------------|--|--------------------|--|
| 0.0 | (m) | | | | | |
| 0.1 | 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 30.96% Índice plástico : 16.78% Humedad natural : 11.11% |
| 0.2 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.4 | | | | | | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | 1.70 | | | | | |
| 1.6 | 1.70 | | | | | |
| 1.8 | | | | | | |
| 2.0 | | M-2 | |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 25.91% Índice plástico : 12.30% Humedad natural : 19.05% |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.4 | 2.45 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 8

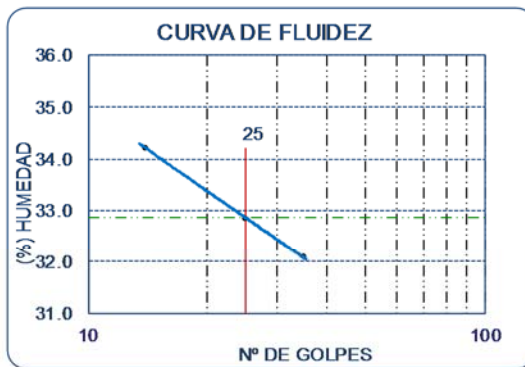
Muestra: M-1

Profundidad: 0.05m. - 0.60m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| N° 10 | 2.000 | 0.5 | 99.5 |
| N° 20 | 0.850 | 1.7 | 98.3 |
| N° 40 | 0.425 | 2.4 | 97.6 |
| N° 50 | 0.300 | 4.1 | 95.9 |
| N° 100 | 0.150 | 4.6 | 95.4 |
| N° 200 | 0.075 | 5.9 | 94.1 |

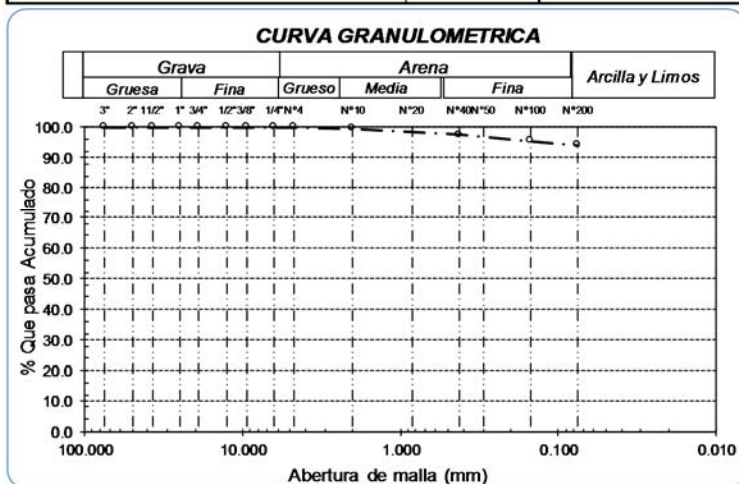
| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.0 |
| | G.F % | 0.0 | |
| % Arena | AG % | 0.5 | 5.9 |
| | AM % | 1.9 | |
| | AF % | 3.5 | |
| % Arcilla y Limo | | 94.1 | 94.1 |
| Total | | 100.0 | 100.0 |

| | | |
|-----------------------------|--|-------|
| Contenido de Humedad | | 14.94 |
|-----------------------------|--|-------|



Ensayo de Límite de Atterberg

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Límite líquido (LL) | 32.86 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 18.62 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 14.23 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (10) |
| Descripción | |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 8

Muestra: M-2

Profundidad: 0.60m. - 1.70m.

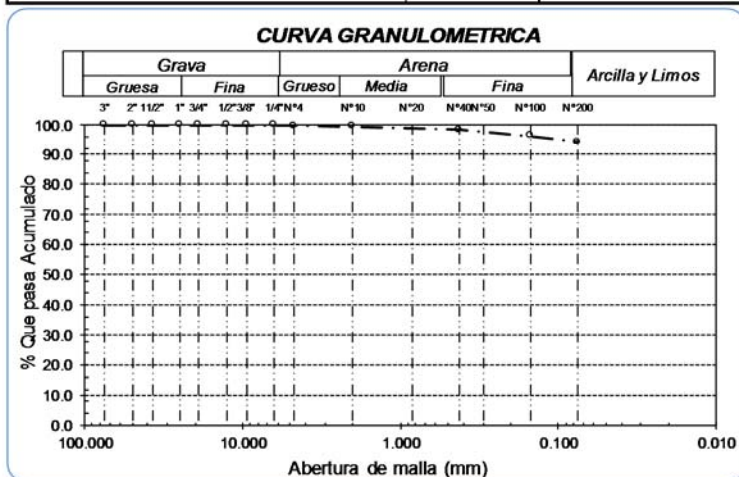
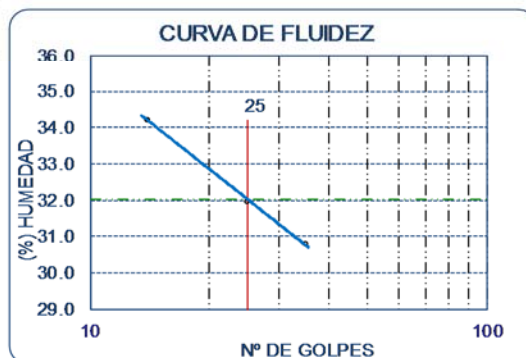
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 0.2 | 99.8 |
| Nº 10 | 2.000 | 0.5 | 99.5 |
| Nº 20 | 0.850 | 0.9 | 99.1 |
| Nº 40 | 0.425 | 1.6 | 98.4 |
| Nº 50 | 0.300 | 2.9 | 97.1 |
| Nº 100 | 0.150 | 3.6 | 96.4 |
| Nº 200 | 0.075 | 5.6 | 94.4 |

| Distribución granulométrica | | | |
|-----------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.2 |
| | G. F % | 0.2 | |
| % Arena | AG % | 0.3 | 5.4 |
| | AM % | 1.1 | |
| | AF % | 4.0 | |
| % Arcilla y Limo | | 94.4 | 94.4 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 20.48 | |

CURVA DE FLUIDEZ

| Nº DE GOLPES | (%) HUMEDAD |
|--------------|-------------|
| 25 | 32.02 |

| Ensayo de Limite de Atterberg | | |
|-------------------------------|----------|-----|
| Limite liquido (LL) | 32.02 | (%) |
| Limite Plastico (LP) | 18.62 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 13.39 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL | |
| Descripción del suelo | | |
| Arcilla de baja plasticidad | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (10) | |
| Descripción | | |
| MALO | | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis

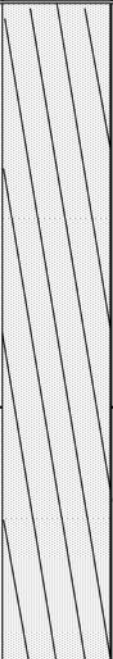
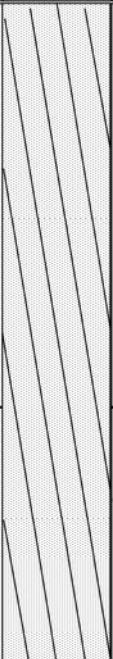
TESIS "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata C-8
Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO

COORDENADAS : 0677061 - 1722177 **Nivel freático :** No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad | | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|-------------|------|---|------------|--|--------------------|--|
| 0.0 | (m) | | | | | |
| 0.05 | | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 32.86% Índice plástico : 14.23% Humedad natural : 14.94% |
| 0.1 | | | | | | |
| 0.2 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.4 | | | | | | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | 0.60 | | | | | |
| 1.6 | 0.60 | | | | | |
| 1.8 | | M-2 | |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 32.02% Índice plástico : 13.39% Humedad natural : 20.48% |
| 2.0 | | | | | | |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.4 | 1.70 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

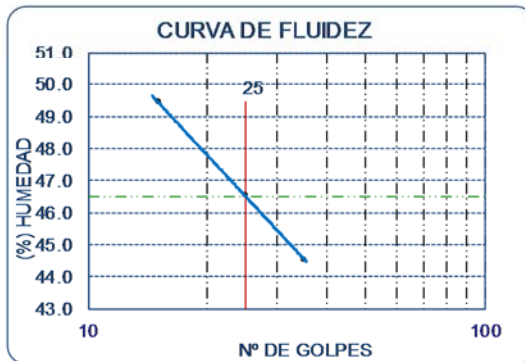
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 9

Muestra: M-1

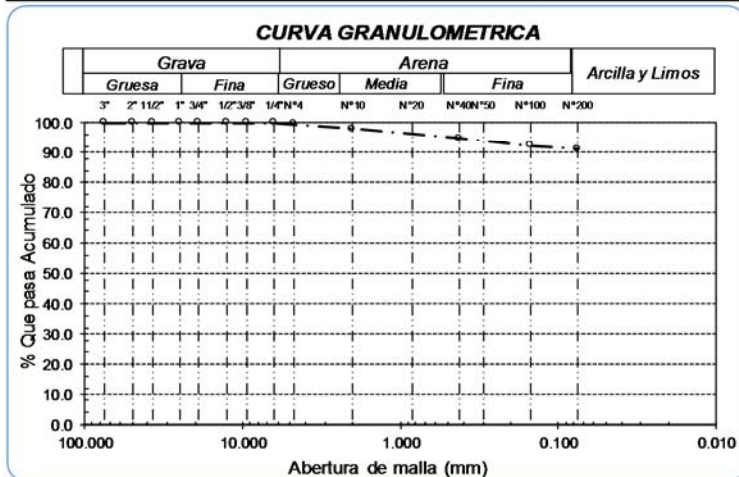
Profundidad: 0.20m. - 0.75m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|-----------------------|-----------------------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | % Acumulados Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.4 | 99.6 |
| N° 10 | 2.000 | 2.1 | 97.9 |
| N° 20 | 0.850 | 3.7 | 96.3 |
| N° 40 | 0.425 | 5.1 | 94.9 |
| N° 50 | 0.300 | 6.6 | 93.4 |
| N° 100 | 0.150 | 7.8 | 92.2 |
| N° 200 | 0.075 | 8.9 | 91.1 |
| Distribución granulométrica | | | |
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.4 |
| | G.F. % | 0.4 | |
| % Arena | AG % | 1.7 | 8.5 |
| | AM % | 3.0 | |
| | AF % | 3.8 | |
| % Arcilla y Limo | | 91.1 | 91.1 |
| Total | | 100.0 | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 13.64 | |



Ensayo de Límite de Atterberg

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| Límite líquido (LL) | 46.49 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 23.48 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 23.01 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad |
| Clasificación (AASHTO) | A-7-6 (14) |
| Descripción | |



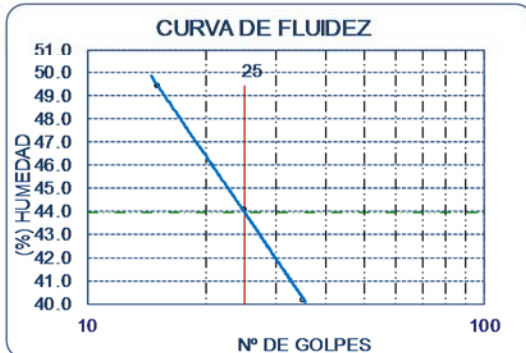
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127: 1998

Calicata - 9

Muestra: M-1

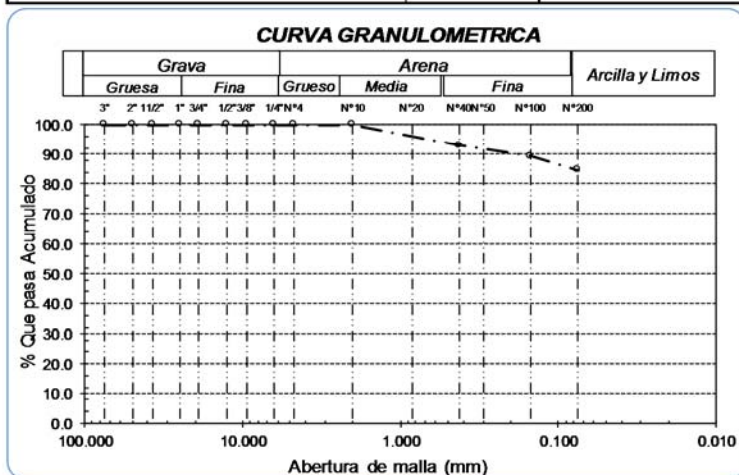
Profundidad: 0.20m. - 0.75m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| N° 10 | 2.000 | 0.0 | 100.0 |
| N° 20 | 0.850 | 5.1 | 94.9 |
| N° 40 | 0.425 | 6.9 | 93.1 |
| N° 50 | 0.300 | 7.6 | 92.4 |
| N° 100 | 0.150 | 10.7 | 89.3 |
| N° 200 | 0.075 | 15.4 | 84.6 |
| Distribución granulométrica | | | |
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.0 |
| | G. F % | 0.0 | |
| % Arena | AG % | 0.0 | 15.4 |
| | AM % | 6.9 | |
| | AF % | 8.5 | |
| % Arcilla y Limo | | 84.6 | 84.6 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 19.05 | |



Ensayo de Limite de Atterberg

| | | |
|---------------------------------------|------------|-----|
| Limite liquido (LL) | 43.91 | (%) |
| Limite Plastico (LP) | 19.94 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 23.96 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL | |
| Descripción del suelo | | |
| Arcilla de baja plasticidad con arena | | |
| Clasificación (AASHTO) | A-7-6 (14) | |
| Descripción | | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis

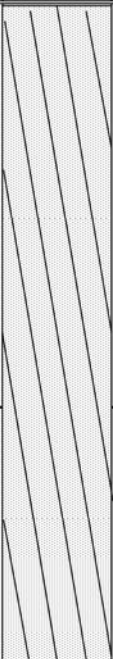
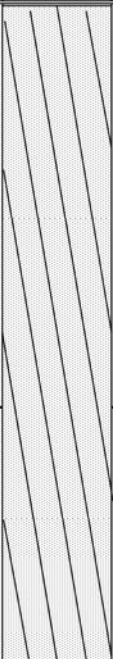
TESIS "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata C-9
Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO

COORDENADAS : 0677061 - 1228177 **Nivel freático :** No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad | | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|-------------|------|---|------------|--|--------------------|---|
| 0.0 | (m) | | | | | |
| 0.1 | 0.20 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | <p>Arcilla de Baja Plasticidad</p> <p>Límite líquido : 46.49%</p> <p>Índice plástico : 23.01%</p> <p>Humedad natural : 13.64%</p> |
| 0.2 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.4 | | | | | | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | 0.75 | | | | | |
| 1.6 | 0.75 | | | | | |
| 1.8 | | | | | | |
| 2.0 | | M-2 | |  | | <p>Arcilla de Baja Plasticidad con Arena</p> <p>Límite líquido : 43.91%</p> <p>Índice plástico : 23.96%</p> <p>Humedad natural : 19.05%</p> |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.4 | 1.53 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 10

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m. - 0.30m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nª 4 | 4.750 | 0.2 | 99.8 |
| Nª 10 | 2.000 | 0.6 | 99.4 |
| Nª 20 | 0.850 | 1.1 | 98.9 |
| Nº 40 | 0.425 | 1.4 | 98.6 |
| Nº 50 | 0.300 | 3.8 | 96.2 |
| Nª 100 | 0.150 | 6.3 | 93.7 |
| Nº 200 | 0.075 | 7.4 | 92.6 |

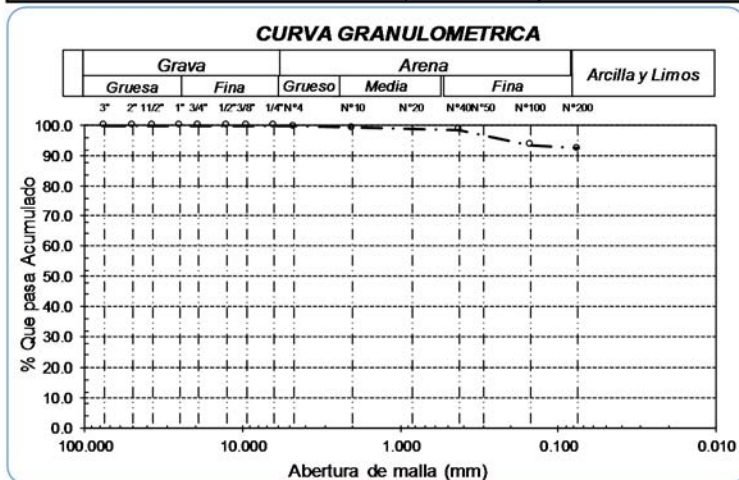
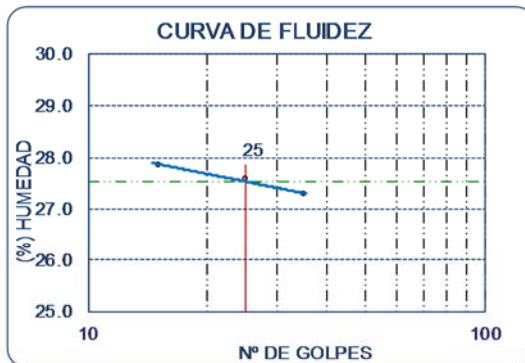
| Distribución granulométrico | | | |
|-----------------------------|--------|------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.2 |
| | G. F % | 0.2 | |
| % Arena | AG % | 0.4 | 7.2 |
| | AM % | 0.8 | |
| | AF % | 6.0 | |
| % Arcilla y Limo | | 92.6 | 92.6 |
| Total | | | 100.0 |

| Contenido de Humedad | | 16.28 |
|----------------------|--|-------|
|----------------------|--|-------|

CURVA DE FLUIDEZ

| Nº DE GOLPES | (%) HUMEDAD |
|--------------|-------------|
| 10 | 27.8 |
| 25 | 27.5 |
| 100 | 27.2 |

| Ensayo de Límite de Atterberg | | | |
|-------------------------------|--|--------------|---------|
| Límite líquido (LL) | | 27.54 | (%) |
| Límite Plástico (LP) | | 17.33 | (%) |
| Índice Plástico (IP) | | 10.20 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | | CL |
| Descripción del suelo | | | |
| Arcilla de baja plasticidad | | | |
| Clasificación (AASHTO) | | | A-4 (9) |
| Descripción | | | |
| Contenido de Humedad | | 16.28 | |
| | | REGULAR-MALO | |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 10

Muestra: M-2

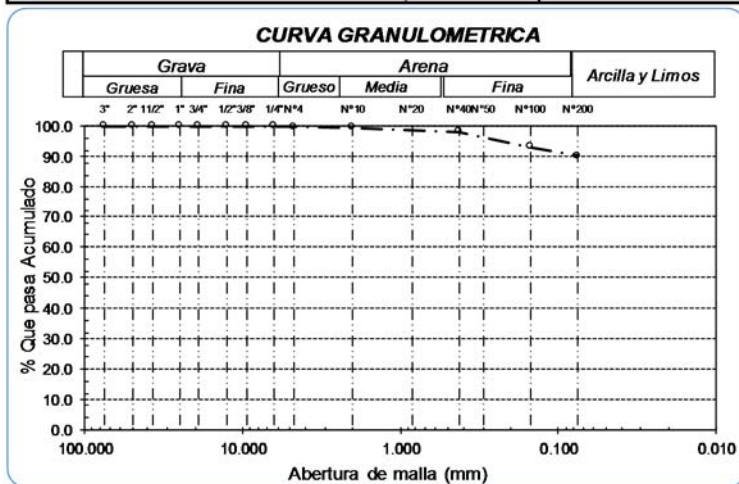
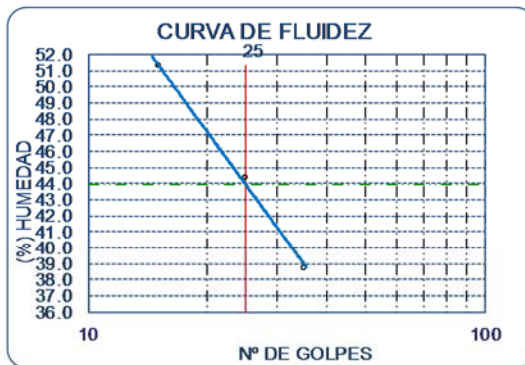
Profundidad: 0.30m. - 0.90m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.1 | 99.9 |
| N° 10 | 2.000 | 0.3 | 99.7 |
| N° 20 | 0.850 | 0.9 | 99.1 |
| N° 40 | 0.425 | 1.8 | 98.2 |
| N° 50 | 0.300 | 2.9 | 97.1 |
| N° 100 | 0.150 | 6.7 | 93.3 |
| N° 200 | 0.075 | 9.8 | 90.2 |

| Distribución granulométrico | | | |
|------------------------------------|--------|------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.1 |
| | G. F % | 0.1 | |
| % Arena | AG % | 0.2 | 9.7 |
| | AM % | 1.5 | |
| | AF % | 8.0 | |
| % Arcilla y Limo | | 90.2 | 90.2 |
| Total | | | 100.0 |

| | | |
|-----------------------------|--|-------|
| Contenido de Humedad | | 19.05 |
|-----------------------------|--|-------|

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Ensayo de Limite de Atterberg | |
| Límite líquido (LL) | 43.91 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 23.82 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 20.09 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | A-7-6 (13) |
| Descripción | |
| MALO | |



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 10

Muestra: M-3

Profundidad: 0.90m. - 1.50m.

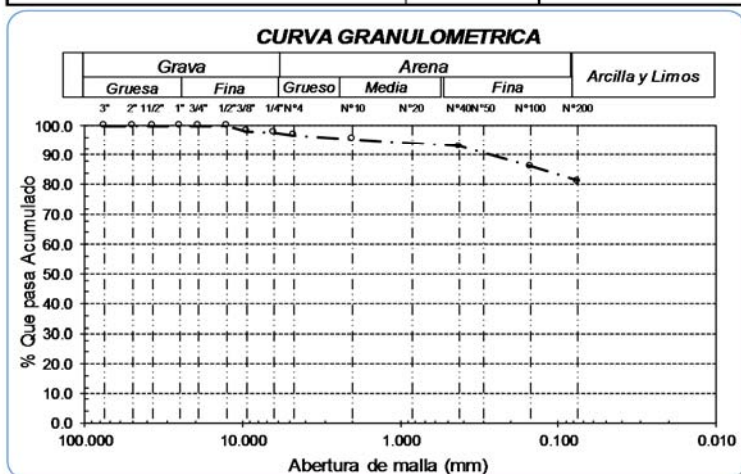
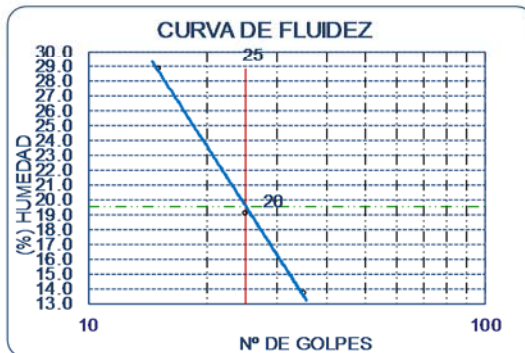
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| Nº Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 1.8 | 98.2 |
| 1/4" | 6.300 | 2.3 | 97.7 |
| Nº 4 | 4.750 | 3.1 | 96.9 |
| Nº 10 | 2.000 | 4.5 | 95.5 |
| Nº 20 | 0.850 | 5.1 | 94.9 |
| Nº 40 | 0.425 | 6.9 | 93.1 |
| Nº 50 | 0.300 | 10.1 | 89.9 |
| Nº 100 | 0.150 | 13.8 | 86.2 |
| Nº 200 | 0.075 | 18.9 | 81.1 |

| Distribución granulométrica | | | |
|-----------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 3.1 |
| | G. F % | 3.1 | |
| % Arena | A.G % | 1.4 | 15.8 |
| | A.M % | 2.4 | |
| | A.F % | 12.0 | |
| % Arcilla y Limo | | 81.1 | 81.1 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | 25.00 | |

CURVA DE FLUIDEZ

The graph plots % Humedad (Y-axis, 13.0 to 30.0) against Nº DE GOLPES (X-axis, 10 to 100). A blue curve represents the flow data. A vertical red line is drawn at 25 golpes, and a horizontal green line is drawn at 19.5% humidity. The intersection of the curve and the green line is at approximately 20 golpes.

| | | | |
|---------------------------------------|--|-------|---------|
| Ensayo de Límite de Atterberg | | | |
| Límite líquido (LL) | | 19.52 | (%) |
| Límite Plástico (LP) | | 8.01 | (%) |
| Índice Plástico (IP) | | 11.51 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | | CL |
| Descripción del suelo | | | |
| Arcilla de baja plasticidad con arena | | | |
| Clasificación (AASHTO) | | | A-6 (9) |
| Descripción | | | |
| MALO | | | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA Sánchez Pinedo Wilder Alex
 Zamora Díaz John Denis

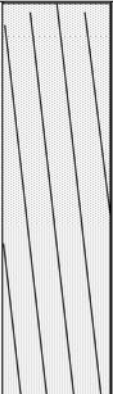
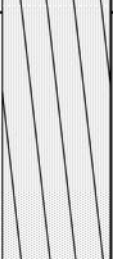
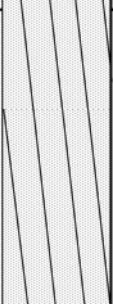
TESIS "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"

UBICACIÓN CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata C-10
Tipo de Excavación A CIELO ABIERTO

CONDICIONES : 06/7/2021 - 17/2/22 **Nivel freático :** No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad | | Tipo de | Muestra | Símbolo | Clasificación | Descripción visual (IN-SITU) |
|-------------|------|---|---------|---|---------------|--|
| 0.0 | (m) | Excavación | Nº | | SUCS | |
| 0.1 | 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 27.54% Índice plástico : 10.20% Humedad natural : 16.28% |
| 0.2 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.4 | | | | | | |
| 0.8 | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | | | M-2 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad Límite líquido : 43.91% Índice plástico : 20.09% Humedad natural : 19.05% |
| 1.4 | 0.30 | | | | | |
| 1.6 | 0.30 | | | | | |
| 1.8 | | | | | | |
| 2.0 | | | M-3 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad con Arena Límite líquido : 19.52% Índice plástico : 11.51% Humedad natural : 25.00% |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.4 | 0.90 | | | | | |
| 2.6 | 0.90 | | | | | |
| 2.8 | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | |
| 3.2 | | | | | | |
| 3.4 | | | | | | |
| 3.8 | 1.50 | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata
 S/M = Sin muestra

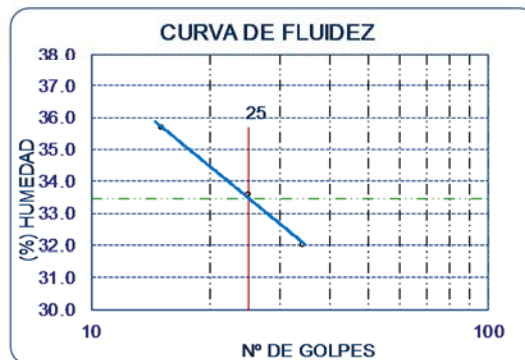
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
TESISTA : Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998

Calicata - 11

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.60m.

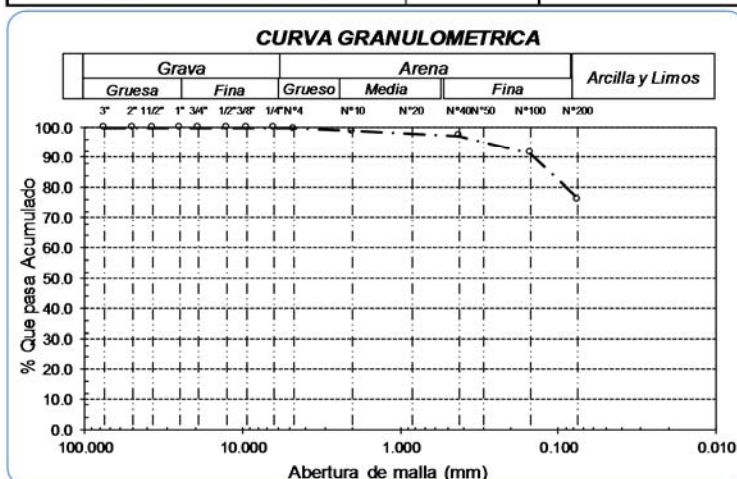
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.1 | 99.9 |
| N° 10 | 2.000 | 1.1 | 98.9 |
| N° 20 | 0.850 | 1.8 | 98.2 |
| N° 40 | 0.425 | 2.7 | 97.3 |
| N° 50 | 0.300 | 3.5 | 96.5 |
| N° 100 | 0.150 | 8.7 | 91.3 |
| N° 200 | 0.075 | 23.8 | 76.2 |



| Distribución granulométrica | | | |
|-----------------------------|--------|-------|------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.1 |
| | G.F. % | 0.1 | |
| % Arena | A.G. % | 1.0 | 23.7 |
| | A.M. % | 1.6 | |
| | A.F. % | 21.1 | |
| % Arcilla y Limo | | 76.2 | 76.2 |
| Total | | 100.0 | |
| Contenido de Humedad | | 19.05 | |

Ensayo de Límite de Atterberg

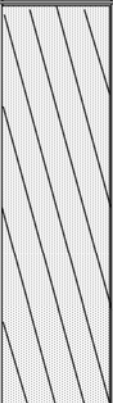
| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Límite líquido (LL) | 33.46 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 16.67 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 16.80 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CL |
| Descripción del suelo | |
| Arcilla de baja plasticidad con arena | |
| Clasificación (AASHTO) | A-6 (11) |
| Descripción | |
| MALO | |



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA: Sánchez Pinedo Wilder Alex
Zamora Díaz John Denis
TESIS: "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016"
UBICACIÓN: CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
Calicata: C-11
Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

Nivel freático : No se encontro

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (m) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---------------------------|---|---------------|--|------------------------------|--|
| 0.00 | A C I E L O A B I E R T O | M-1 |  | CL | Arcilla de Baja Plasticidad con Arena Límite líquido : 33.46% Índice plástico : 16.80% Humedad natural : 19.05% |
| 0.1 | | | | | |
| 0.2 | | | | | |
| 0.3 | | | | | |
| 0.4 | | | | | |
| 0.8 | | | | | |
| 1.0 | | | | | |
| 1.2 | | | | | |
| 1.4 | | | | | 1.60 |

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

CAPACIDAD PORTANTE

CALICATA C - 4

| | | |
|------------------|---|---|
| Tesista | : | SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS |
| Tesis | : | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. |
| Ubicación | : | CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA. |

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N_c N_q, N_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

| | | | |
|------------------|-------|---------------------------------|-------------------------|
| Ø = | 16.4° | $q_d =$ | 21.7 Tm/m ² |
| C = | 0.18 | | |
| Y = | 1.9 | $q_d =$ | 2.17 Tm/m ² |
| Df = | 1.5 | | |
| B = | 1.00 | * Factor de seguridad (FS=3) | |
| N _c = | 10.22 | | |
| N _q = | 3.01 | | |
| N _y = | 0.70 | | |
| | | <u>PRESION ADMISIBLE</u> | |
| | | $q_a =$ | 0.72 Kg/cm ² |

CAPACIDAD PORTANTE

CALICATA C - 7

| | | |
|------------------|---|---|
| Tesista | : | SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX |
| | | ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS |
| Tesis | : | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. |
| Ubicación | : | CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA. |

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c N'_q, N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

| | | | |
|------------------|-------|---------------------------------|-------------------------|
| \emptyset = | 15.4° | q_d = | 21.94 Tm/m ² |
| C = | 0.21 | | |
| Y = | 1.9 | q_d = | 2.19 Tm/m ² |
| Df = | 1.5 | | |
| B = | 1.00 | * Factor de seguridad (FS=3) | |
| N _c = | 9.83 | | |
| N _q = | 2.80 | | |
| N _y = | 0.61 | | |
| | | <u>PRESION ADMISIBLE</u> | |
| | | q_a = | 0.73 Kg/cm ² |

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

| | |
|------------------|--|
| ESCUELA: | ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL |
| TESISTAS: | SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS |
| TESIS | : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016 |
| UBICACIÓN | : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA |

CALICATA C - 4 **MUESTRA** 1 **Profundidad** : 0,30 a 1,40 m

| ESPECIMEN | DENSIDAD REMOLDEADA | DENSIDAD SECA | ESFUERZO NORMAL | HUMEDAD NATURAL | GRADO DE SATURACIÓN | ESFUERZO CORTE MÁX. |
|-----------|---------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Nº | g/ cm³ | g/ cm³ | kg/ cm² | % | % | kg/ cm² |
| Nº 01 | 2.191 | 1.528 | 1.00 | 43.42 | 240.40 | 0.473 |
| Nº 02 | 1.948 | 1.563 | 2.00 | 24.65 | 148.43 | 0.777 |
| Nº 03 | 2.115 | 1.551 | 4.00 | 36.32 | 212.84 | 1.356 |

| ESPECIMEN Nº01 | | | ESPECIMEN Nº02 | | | ESPECIMEN Nº03 | | |
|----------------|----------|-----------|----------------|----------|-----------|----------------|----------|-----------|
| DEFORMACIÓN | ESFUERZO | ESFUERZO | DEFORMACIÓN | ESFUERZO | ESFUERZO | DEFORMACIÓN | ESFUERZO | ESFUERZO |
| TANGENCIAL | DE CORTE | NORMALIZ. | TANGENCIAL | DE CORTE | NORMALIZ. | TANGENCIAL | DE CORTE | NORMALIZ. |
| (%) | (Kg/Cm²) | (Kg/Cm²) | (%) | (Kg/Cm²) | (Kg/Cm²) | (%) | (Kg/Cm²) | (Kg/Cm²) |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 0.10 | 0.131 | 0.131 | 0.10 | 0.358 | 0.179 | 0.10 | 0.442 | 0.110 |
| 0.20 | 0.198 | 0.198 | 0.20 | 0.425 | 0.212 | 0.20 | 0.519 | 0.130 |
| 0.35 | 0.242 | 0.242 | 0.35 | 0.447 | 0.223 | 0.35 | 0.552 | 0.138 |
| 0.50 | 0.253 | 0.253 | 0.50 | 0.480 | 0.240 | 0.50 | 0.574 | 0.143 |
| 0.75 | 0.264 | 0.264 | 0.75 | 0.502 | 0.251 | 0.75 | 0.618 | 0.155 |
| 1.00 | 0.308 | 0.308 | 1.00 | 0.524 | 0.262 | 1.00 | 0.640 | 0.160 |
| 1.25 | 0.330 | 0.330 | 1.25 | 0.568 | 0.284 | 1.25 | 0.662 | 0.166 |
| 1.50 | 0.352 | 0.352 | 1.50 | 0.590 | 0.295 | 1.50 | 0.695 | 0.174 |
| 1.75 | 0.363 | 0.363 | 1.75 | 0.612 | 0.306 | 1.75 | 0.706 | 0.177 |
| 2.00 | 0.385 | 0.385 | 2.00 | 0.623 | 0.311 | 2.00 | 0.750 | 0.188 |
| 2.50 | 0.396 | 0.396 | 2.50 | 0.645 | 0.322 | 2.50 | 0.805 | 0.201 |
| 3.00 | 0.396 | 0.396 | 3.00 | 0.656 | 0.328 | 3.00 | 0.838 | 0.210 |
| 3.50 | 0.407 | 0.407 | 3.50 | 0.678 | 0.339 | 3.50 | 0.860 | 0.215 |
| 4.00 | 0.407 | 0.407 | 4.00 | 0.678 | 0.339 | 4.00 | 0.916 | 0.229 |
| 4.50 | 0.473 | 0.473 | 4.50 | 0.689 | 0.344 | 4.50 | 0.927 | 0.232 |
| 5.00 | 0.473 | 0.473 | 5.00 | 0.700 | 0.350 | 5.00 | 0.949 | 0.237 |
| 5.50 | 0.473 | 0.473 | 5.50 | 0.700 | 0.350 | 5.50 | 1.081 | 0.270 |
| 6.00 | 0.473 | 0.473 | 6.00 | 0.777 | 0.389 | 6.00 | 1.136 | 0.284 |
| 6.50 | 0.473 | 0.473 | 6.50 | 0.777 | 0.389 | 6.50 | 1.169 | 0.292 |
| 7.00 | 0.473 | 0.473 | 7.00 | 0.777 | 0.389 | 7.00 | 1.180 | 0.295 |
| 7.50 | 0.473 | 0.473 | 7.50 | 0.777 | 0.389 | 7.50 | 1.191 | 0.298 |
| 8.00 | 0.473 | 0.473 | 8.00 | 0.777 | 0.389 | 8.00 | 1.213 | 0.303 |
| 8.50 | 0.473 | 0.473 | 8.50 | 0.777 | 0.389 | 8.50 | 1.257 | 0.314 |
| 9.00 | 0.473 | 0.473 | 9.00 | 0.777 | 0.389 | 9.00 | 1.301 | 0.325 |
| 9.50 | 0.473 | 0.473 | 9.50 | 0.777 | 0.389 | 9.50 | 1.356 | 0.339 |
| 10.00 | 0.473 | 0.473 | 10.00 | 0.777 | 0.389 | 10.00 | 1.356 | 0.339 |
| 11.00 | 0.473 | 0.473 | 11.00 | 0.777 | 0.389 | 11.00 | 1.356 | 0.339 |
| 12.00 | 0.473 | 0.473 | 12.00 | 0.777 | 0.389 | 12.00 | 1.356 | 0.339 |

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTAS: SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX

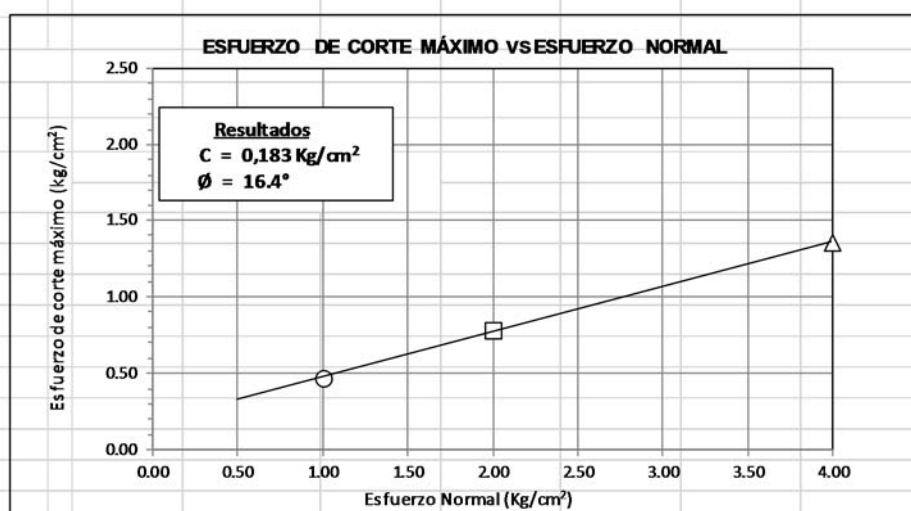
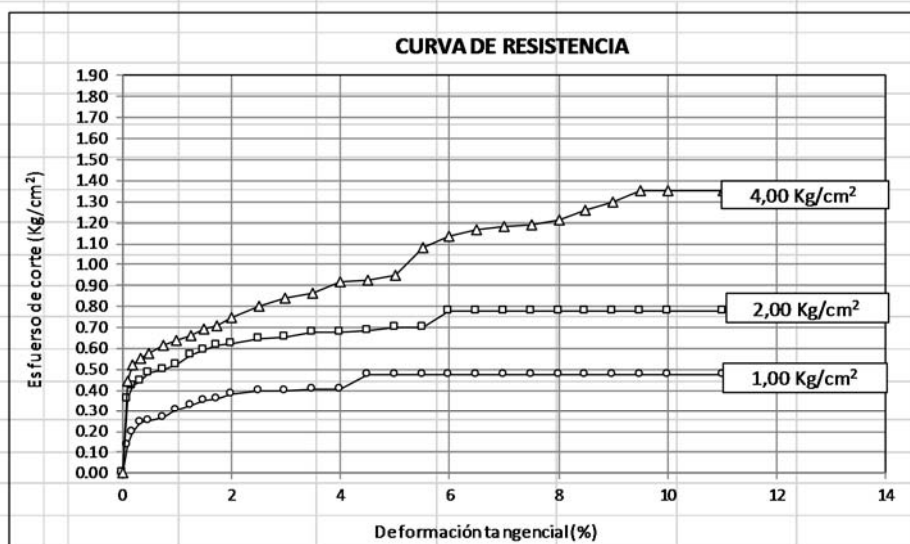
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

UBICACIÓN : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

CALICATA C - 4

MUESTRA 1

Profundidad : 0,30 a 1,40 m



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

| | |
|-----------|--|
| ESCUELA: | ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL |
| TESISTA | SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX |
| | ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS |
| TESIS | : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016 |
| UBICACIÓN | : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA |

CALICATA C - 7 MUESTRA 1 Profundidad : 1,70 a 2,45 m

| ESPECIMEN | DENSIDAD REMOLDEADA | DENSIDAD SECA | ESFUERZO NORMAL | HUMEDAD NATURAL | GRADO DE SATURACIÓN | ESFUERZO CORTE MÁX. |
|-----------|---------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Nº | g/ cm³ | g/ cm³ | kg/ cm² | % | % | kg/ cm² |
| Nº 01 | 2.336 | 1.511 | 1.00 | 54.56 | 290.47 | 0.473 |
| Nº 02 | 1.981 | 1.561 | 2.00 | 26.90 | 161.40 | 0.776 |
| Nº 03 | 2.173 | 1.549 | 4.00 | 40.33 | 234.75 | 1.301 |

| ESPECIMEN Nº01 | | | ESPECIMEN Nº02 | | | ESPECIMEN Nº03 | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%) | ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²) | ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²) | DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%) | ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²) | ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²) | DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%) | ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm²) | ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm²) |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 0.10 | 0.242 | 0.242 | 0.10 | 0.225 | 0.112 | 0.10 | 0.408 | 0.102 |
| 0.20 | 0.297 | 0.297 | 0.20 | 0.258 | 0.129 | 0.20 | 0.496 | 0.124 |
| 0.35 | 0.319 | 0.319 | 0.35 | 0.302 | 0.151 | 0.35 | 0.563 | 0.141 |
| 0.50 | 0.341 | 0.341 | 0.50 | 0.335 | 0.168 | 0.50 | 0.618 | 0.154 |
| 0.75 | 0.363 | 0.363 | 0.75 | 0.357 | 0.179 | 0.75 | 0.651 | 0.163 |
| 1.00 | 0.385 | 0.385 | 1.00 | 0.401 | 0.201 | 1.00 | 0.706 | 0.176 |
| 1.25 | 0.396 | 0.396 | 1.25 | 0.445 | 0.223 | 1.25 | 0.706 | 0.176 |
| 1.50 | 0.418 | 0.418 | 1.50 | 0.456 | 0.228 | 1.50 | 0.739 | 0.185 |
| 1.75 | 0.418 | 0.418 | 1.75 | 0.478 | 0.239 | 1.75 | 0.772 | 0.193 |
| 2.00 | 0.429 | 0.429 | 2.00 | 0.500 | 0.250 | 2.00 | 0.783 | 0.196 |
| 2.50 | 0.440 | 0.440 | 2.50 | 0.522 | 0.261 | 2.50 | 0.805 | 0.201 |
| 3.00 | 0.451 | 0.451 | 3.00 | 0.566 | 0.283 | 3.00 | 0.827 | 0.207 |
| 3.50 | 0.451 | 0.451 | 3.50 | 0.555 | 0.278 | 3.50 | 0.871 | 0.218 |
| 4.00 | 0.462 | 0.462 | 4.00 | 0.588 | 0.294 | 4.00 | 0.882 | 0.221 |
| 4.50 | 0.462 | 0.462 | 4.50 | 0.610 | 0.305 | 4.50 | 0.893 | 0.223 |
| 5.00 | 0.462 | 0.462 | 5.00 | 0.632 | 0.316 | 5.00 | 0.915 | 0.229 |
| 5.50 | 0.473 | 0.473 | 5.50 | 0.644 | 0.322 | 5.50 | 0.937 | 0.234 |
| 6.00 | 0.473 | 0.473 | 6.00 | 0.677 | 0.338 | 6.00 | 0.970 | 0.243 |
| 6.50 | 0.473 | 0.473 | 6.50 | 0.699 | 0.349 | 6.50 | 1.014 | 0.254 |
| 7.00 | 0.473 | 0.473 | 7.00 | 0.721 | 0.360 | 7.00 | 1.025 | 0.256 |
| 7.50 | 0.473 | 0.473 | 7.50 | 0.743 | 0.371 | 7.50 | 1.080 | 0.270 |
| 8.00 | 0.473 | 0.473 | 8.00 | 0.776 | 0.388 | 8.00 | 1.091 | 0.273 |
| 8.50 | 0.473 | 0.473 | 8.50 | 0.776 | 0.388 | 8.50 | 1.113 | 0.278 |
| 9.00 | 0.473 | 0.473 | 9.00 | 0.776 | 0.388 | 9.00 | 1.135 | 0.284 |
| 9.50 | 0.473 | 0.473 | 9.50 | 0.776 | 0.388 | 9.50 | 1.191 | 0.298 |
| 10.00 | 0.473 | 0.473 | 10.00 | 0.776 | 0.388 | 10.00 | 1.301 | 0.325 |
| 11.00 | 0.473 | 0.473 | 11.00 | 0.776 | 0.388 | 11.00 | 1.301 | 0.325 |
| 12.00 | 0.473 | 0.473 | 12.00 | 0.776 | 0.388 | 12.00 | 1.301 | 0.325 |

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA: SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX

ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS

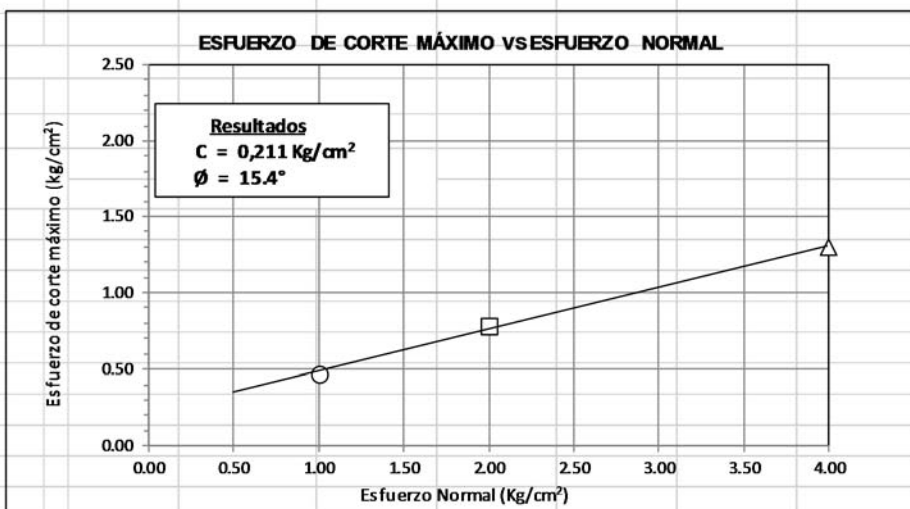
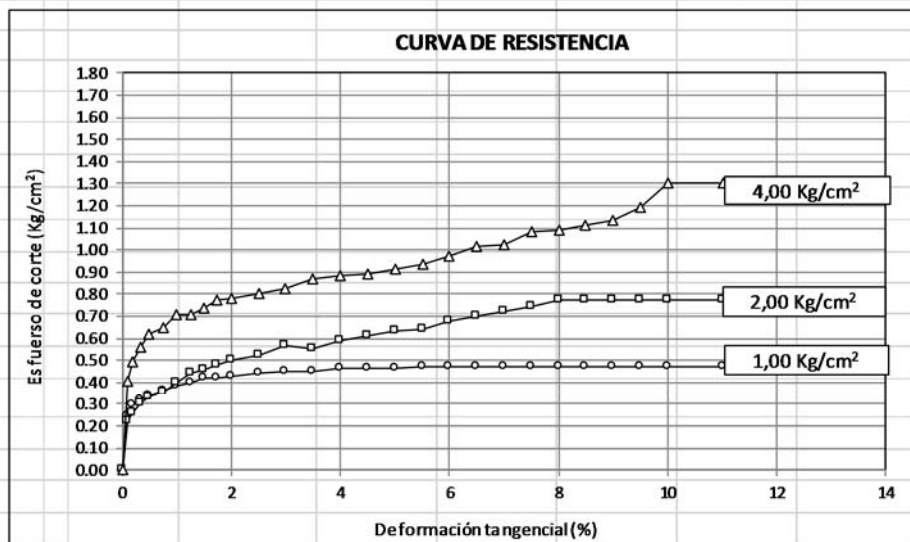
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

UBICACIÓN : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

CALICATA C - 7

MUESTRA 1

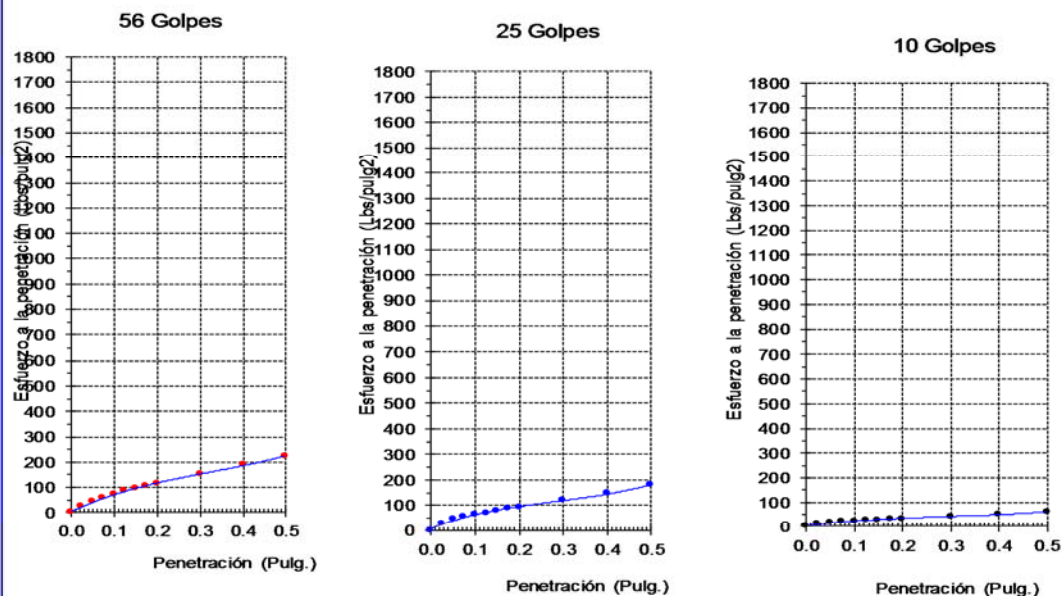
Profundidad : 1,70 a 2,45 m



ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORADÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO
 Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos
 compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 1,00 a 1,50 m
Calicata : C-1

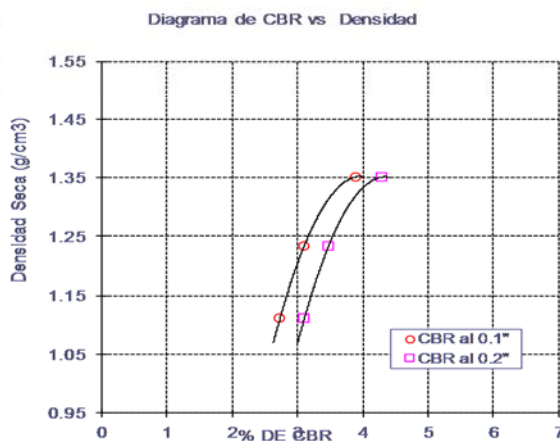
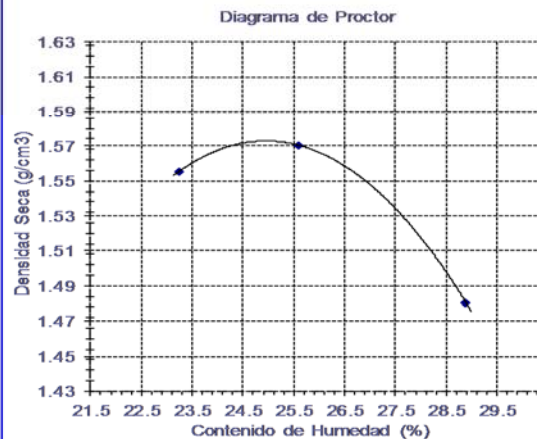
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A: 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Máxima densidad seca | 1.572 g/cm ³ |
| Óptimo contenido de humedad | 25.0 % |

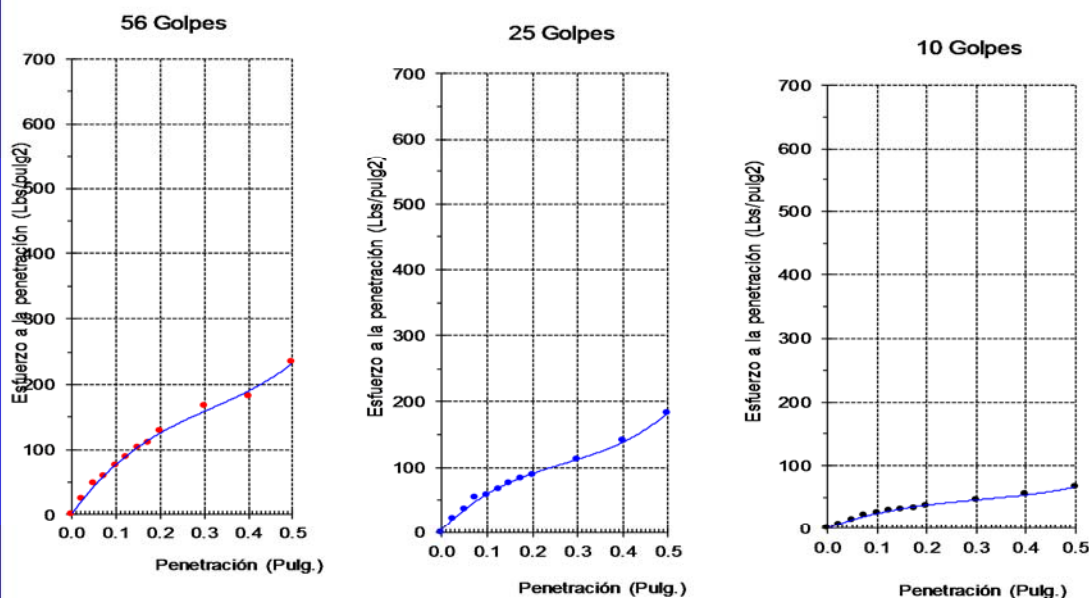
| Especimen | Número de golpes por capa | CBR (%) | Densidad seca (g/cm ³) | Expansión (%) | CBR a la penetración (Pulg.) | % de MDS | CBR (%) |
|-----------|---------------------------|---------|------------------------------------|---------------|------------------------------|----------|---------|
| 01 | 56 | 3.9 | 1.351 | 1.0 | 0.1" | 100 | 5.0 |
| 02 | 25 | 3.1 | 1.232 | 2.8 | 0.1" | 95 | 3.9 |
| 03 | 10 | 2.7 | 1.111 | 4.8 | 0.2" | 100 | 5.8 |
| | | | | | 0.2" | 95 | 4.3 |



ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO
 Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos
 compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 1,00 a 1,50 m
Calicata : C-4

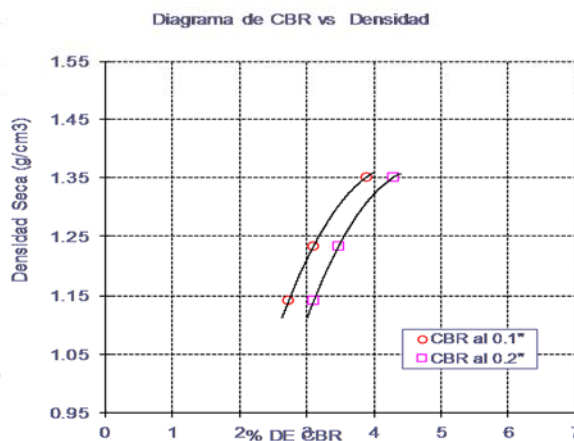
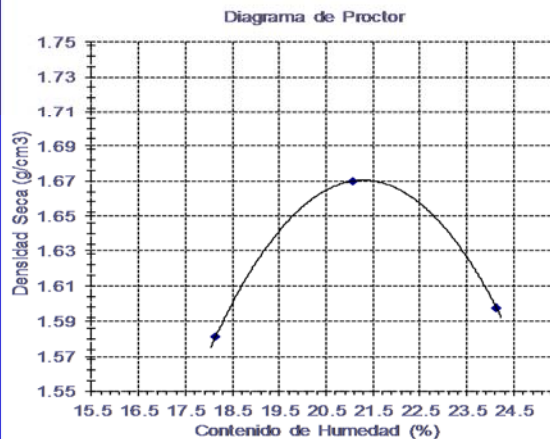
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Máxima densidad seca | 1.670 g/cm ³ |
| Óptimo contenido de humedad | 21.3 % |

| Especimen | Número de golpes por capa | CBR (%) | Densidad seca (g/cm ³) | Expansión (%) | CBR a la penetración (Pulg.) | % de MDS | CBR (%) |
|-----------|---------------------------|---------|------------------------------------|---------------|------------------------------|----------|---------|
| 01 | 56 | 3.9 | 1.351 | 1.0 | 0.1" | 100 | 5.7 |
| 02 | 25 | 3.1 | 1.232 | 2.8 | 0.1" | 95 | 4.5 |
| 03 | 10 | 2.7 | 1.141 | 4.8 | 0.2" | 100 | 6.5 |
| | | | | | 0.2" | 95 | 4.9 |

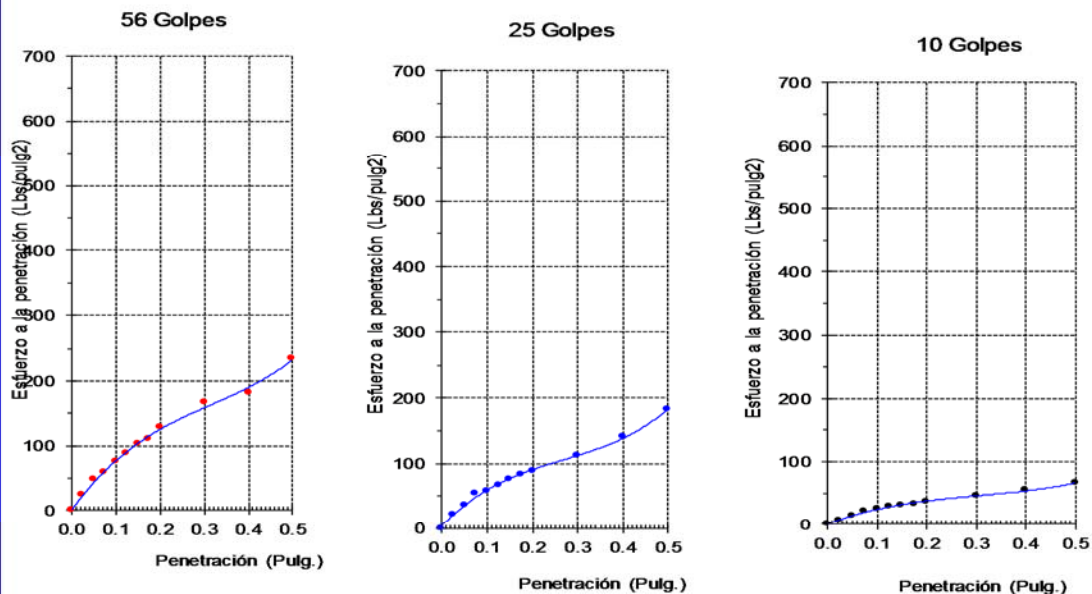


ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
Ubicación : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO
 Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos
 compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 1,00 a 1,50 m
Calicata : C-5

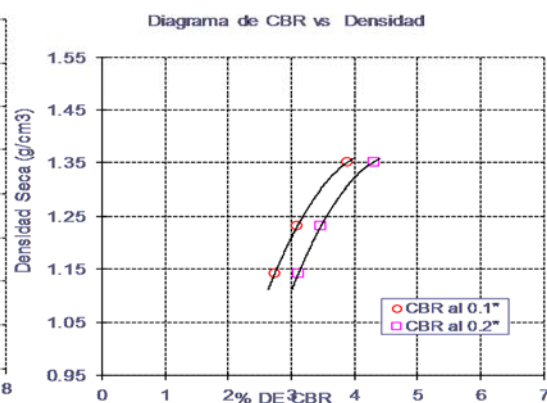
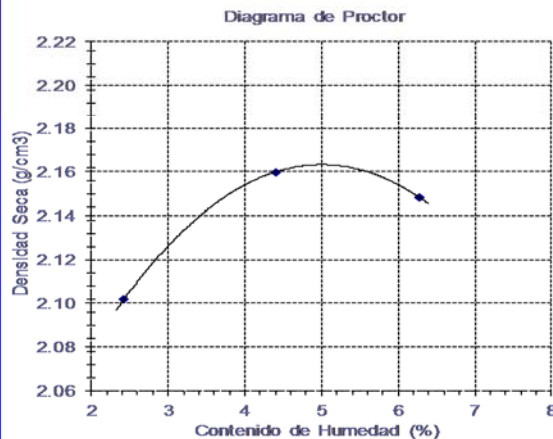
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Máxima densidad seca | 2.163 g/cm ³ |
| Óptimo contenido de humedad | 5.0 % |

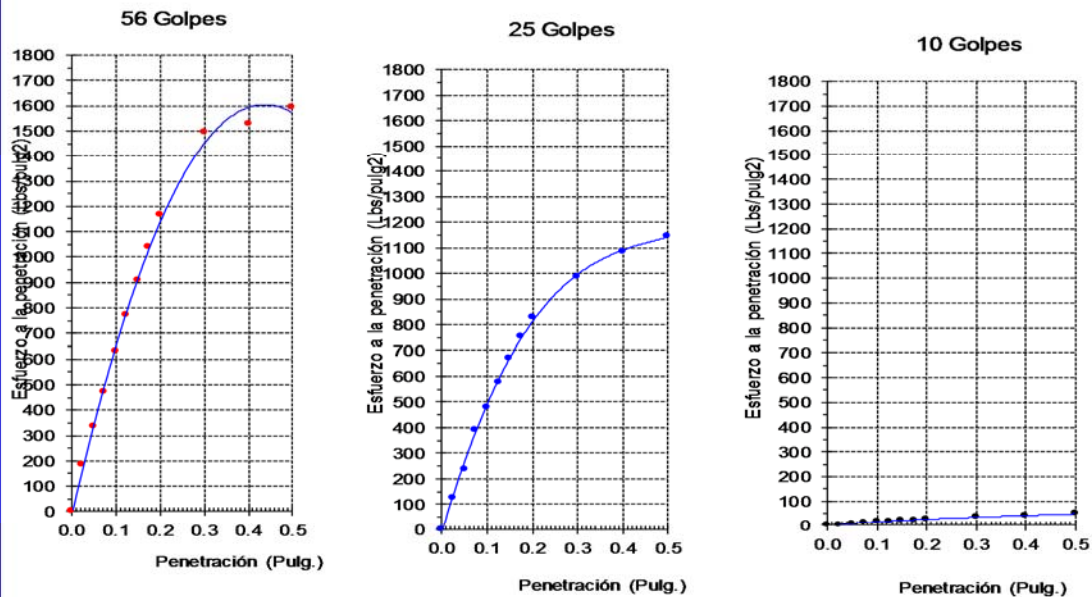
| Especimen | Número de golpes por capa | CBR (%) | Densidad seca (g/cm ³) | Expansión (%) | CBR a la penetración (Pulg.) | % de MDS | CBR (%) |
|-----------|---------------------------|---------|------------------------------------|---------------|------------------------------|----------|---------|
| 01 | 56 | 3.9 | 1.351 | 1.0 | 0.1" | 100 | 8.4 |
| 02 | 25 | 3.1 | 1.232 | 2.8 | 0.1" | 95 | 6.4 |
| 03 | 10 | 2.7 | 1.141 | 4.8 | 0.2" | 100 | 9.9 |
| | | | | | 0.2" | 95 | 6.8 |



| | |
|-----------|--|
| ESCUELA | : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL |
| TESISTAS | : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX |
| | : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS |
| TESIS | : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016 |
| Ubicación | : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA |
| Código | : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883 |
| Norma | : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración |

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Identificación de la muestra | Muestra : Terreno Natural |
| | Profundidad : 1,00 a 1,50 m |
| | Calicata : C-11 |

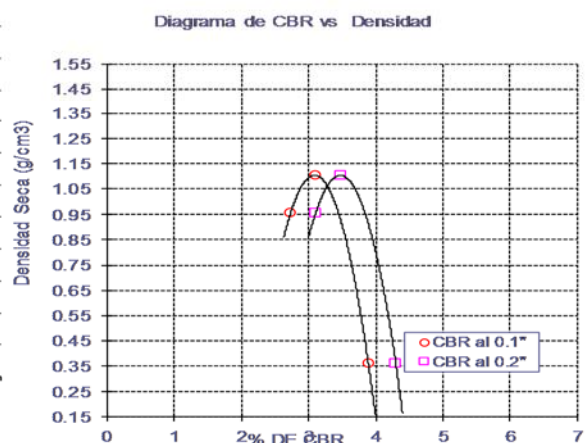
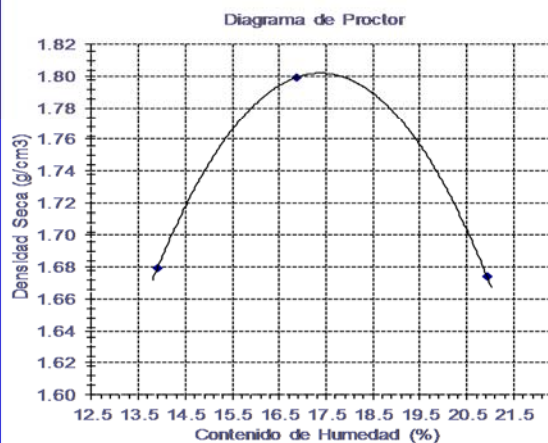
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

| | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Máxima densidad seca | 1.802 g/cm³ |
| Óptimo contenido de humedad | 17.5 % |

| Especimen | Número de golpes por capa | CBR (%) | Densidad seca (g/cm³) | Expansión (%) | CBR a la penetración (Pulg) | % de MDS | CBR (%) |
|-----------|---------------------------|---------|-----------------------|---------------|-----------------------------|----------|---------|
| 01 | 56 | 3.9 | 0.359 | 2.8 | 0.1" | 100 | 1.1 |
| 02 | 25 | 3.1 | 1.103 | 8.3 | 0.1" | 95 | 4.6 |
| 03 | 10 | 2.7 | 0.957 | 1.0 | 0.2" | 100 | 2.7 |
| | | | | | 0.2" | 95 | 5.0 |



ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
: ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
UBICACIÓN : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN,
DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

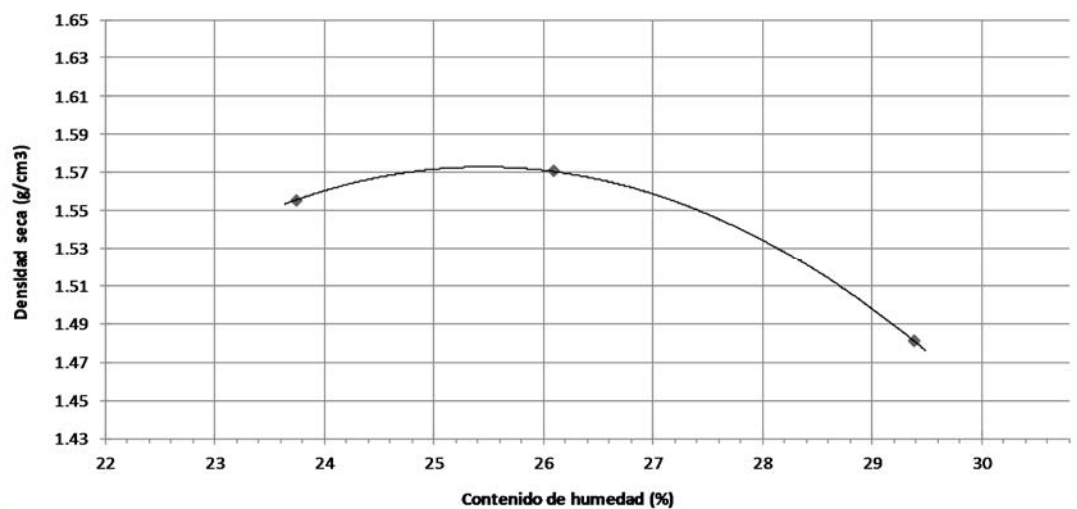
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))

REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Según el solicitante la muestras es :

Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 0.60 - 1.50 mts
Calicata : C-1

Máxima Densidad Seca 1.572 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 25.0 %



OBSERVACIONES : Método : "A"

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
UBICACIÓN : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN,
 DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

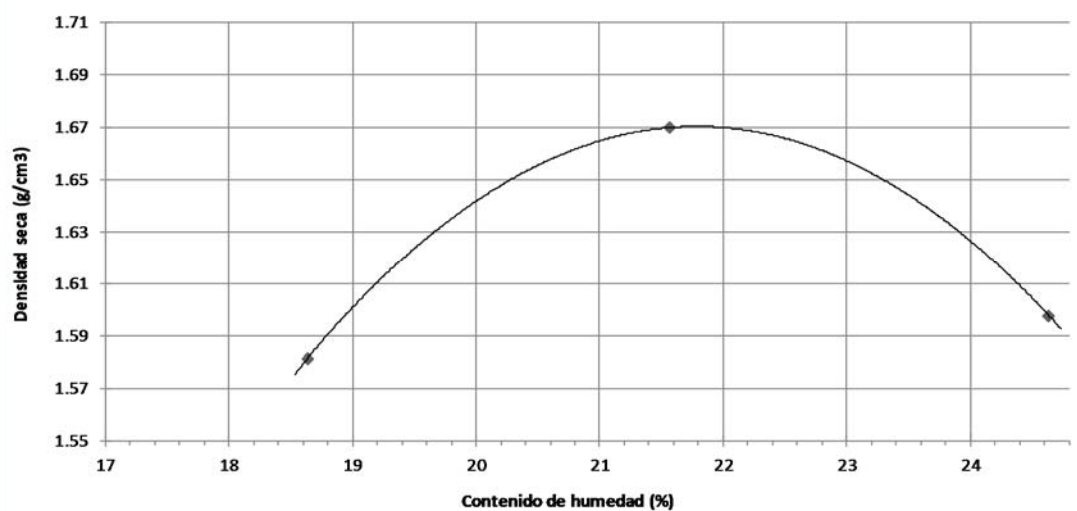
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))

REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Según el solicitante la muestras es :

Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 1.25 - 1.60 mts
Calicata : C-3

Máxima Densidad Seca 1.670 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 21.3 %



OBSERVACIONES : Método : "A"

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
UBICACIÓN : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN,
 DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

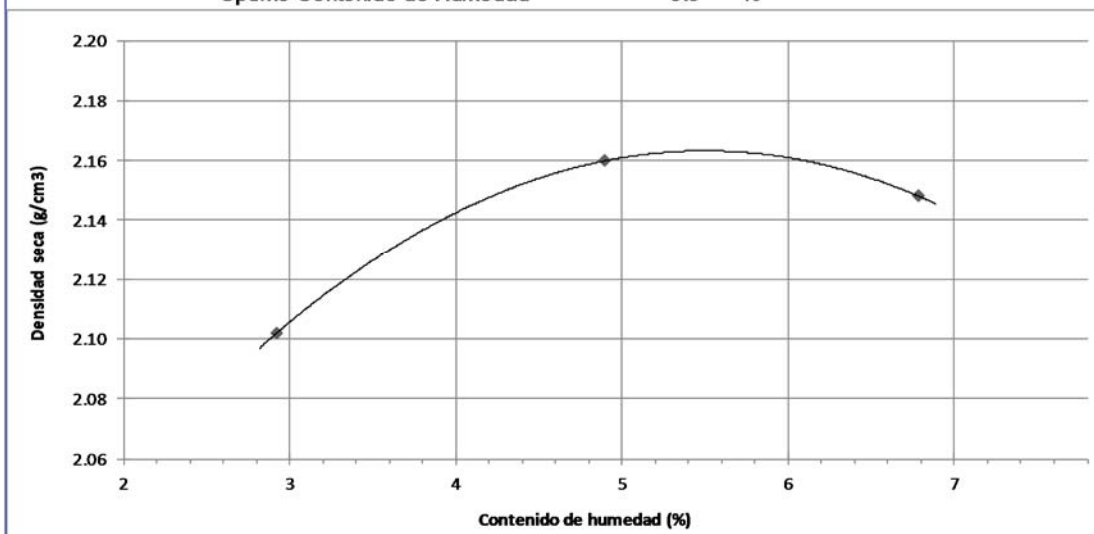
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))

REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Según el solicitante la muestras es :

Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 0.00 - 1.60 mts
Calicata : C-5

Máxima Densidad Seca 2.163 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 5.0 %



OBSERVACIONES : Método : "C"

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTAS : SÁNCHEZ PINEDO WILDER ALEX
 : ZAMORA DÍAZ JOHN DENIS
TESIS : DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC –
 RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016
UBICACIÓN : CASERIOS MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN,
 DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA

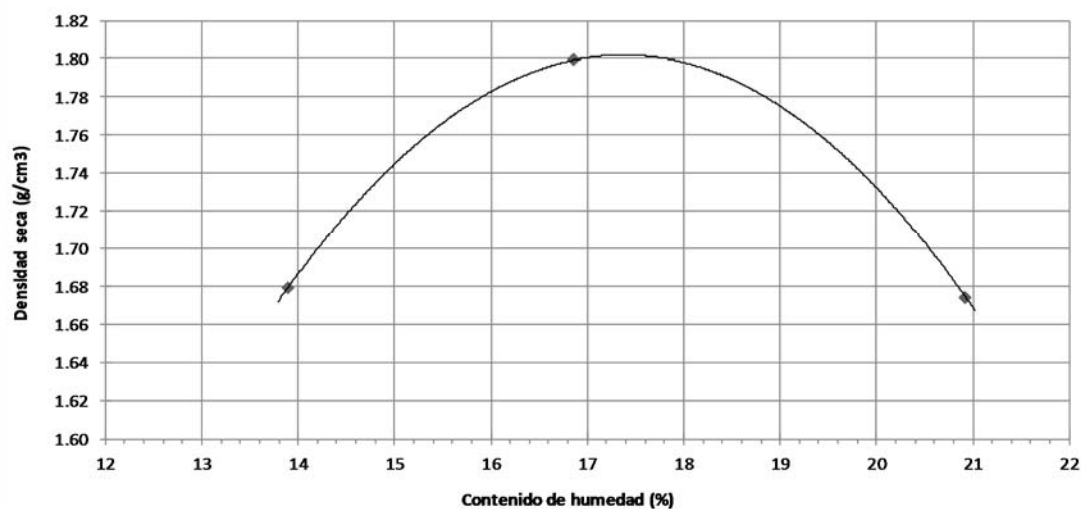
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))

REFERENCIA : N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Según el solicitante la muestra es :

Muestra : Terreno Natural
Profundidad : 0.60 - 1.70 mts
Calicata : C-11

Máxima Densidad Seca 1.802 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad 17.5 %



OBSERVACIONES : Método : "C"

ANEXO II PANEL FOTOGRÁFICO.

Fotografía n°1: Extracción de muestras.



Fotografía n°2: Extracción de muestras.



Fotografía n°3: Extracción de muestras.



Fotografía n°3: Ensayos de Laboratorio.



ANEXO N° 04: ESTUDIO GEOFÍSICO DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA.



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.



TOMOGRAFIA ELETRICA

MIGUEL ANGEL GUEVARA GUERRERO

Gerente General

29-5-2017

2017



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

**TOMOGRAFIA ELECTRICA EN EL DISTRITO DE
CHOTA -PROVINCIA DE CHOTA-DEPARTAMENTO DE
CAJAMARCA**

CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. CONDICIONES GENERALES DE LA ZONA**
- 3. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO Y OBJETIVO**
- 4. METODO DE PROSPECCIÓN**
- 5. INSTRUMENTAL EMPLEADO**
- 6. ANALISIS DE RESULTADOS**
- 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- 8. DECLARACIÓN DE LÍMITES DE RESPONSABILIDAD**

ANEXOS



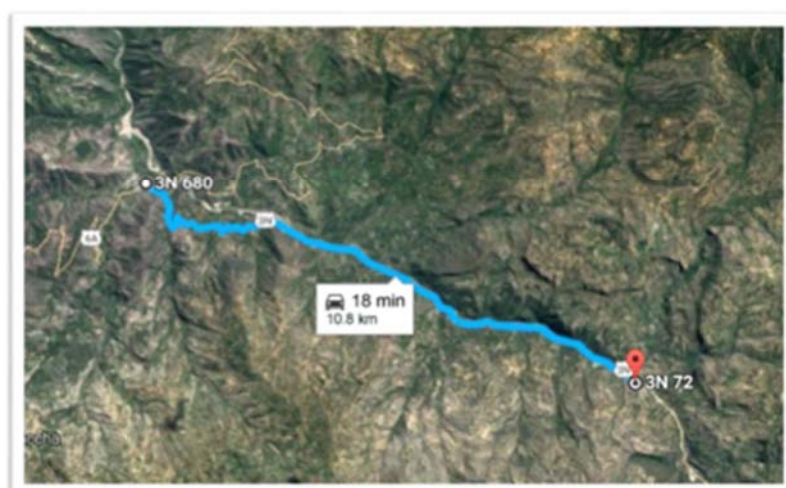
D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

1. INTRODUCCIÓN:

Por requerimiento de nuestro cliente se ejecutó dos tomografías eléctricas, por lo que requiere identificar los sectores con condiciones geo eléctricas favorables para la construcción de un puente, se ha realizado una Evaluación de Prospección Geofísica (Eléctrica) mediante Tomografía Eléctrica, cuyo resultado permitirá conocer las características y condiciones geo eléctricas del subsuelo en el área a investigar.

La zona de estudio está ubicado a 10.8 Km de distancia del centro del distrito de Cochabamba en las coordenadas UTM WG84 ESTE: 742378.23.00 NORTE: 9280376.24, PROVINCIA DE CHOTA -DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

- Mapa de Acceso y Ubicación de la zona de estudios de Prospección Geofísica. **MAPA N°1**





D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.

RUC. N° 20601819326

Mapa de Acceso y Ubicación de la zona de estudios de Prospección Geofísica. Comprendido entre las coordenadas

UTM WG84 SECCION GEOELECTRICA N°1:

INICIO: (ESTE: 742390.00 NORTE: 9280432.00)

FINAL: (ESTE: 742373.76 NORTE: 9280362.50)

SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS: 7m

DISTANCIA DE SECCIÓN: 70m

UTM WG84 SECCION GEOELECTRICA N°2

INICIO: (ESTE: 742382.00 NORTE: 9280367.00)

FINAL: (ESTE: 742366.00 NORTE: 9280381.00)

SEPARACIÓN ENTRE ELECTRODOS: 2m

DISTANCIA DE SECCIÓN: 18m

MAPA N°2



Celular: 925342611 – 985473285

Calle Ollantaytambo 280

Correo: dygbestwater@gmail.com

Facebook: @DyGPeru



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.

RUC. N° 20601819326

El estudio solicitado forma parte de las medidas orientadas a la investigación de las condiciones geológicas y hidrogeológicas del subsuelo en el territorio de interés, siendo el objetivo genérico: Identificar las zonas estables y tipo de estratos para la construcción del PUENTE MAMARURIBAMBA.

El trabajo se desarrolló el día 27 de Mayo del 2017, distribuidos en dos secciones geoelectricas; cuya localización en planta se muestra en el MAPA N°2.

2. CONDICIONES GENERALES DE LA ZONA

La zona en estudio de la Tomografía Eléctrica se ubica en una plataforma natural levantada a la orilla derecha del río Chotano a 1925 msnm, sobre el acantilado del río, en el acantilado del río y en el río.

La presencia de materiales sedimentarios dentro de la composición estratigráfica del subsuelo condiciona la existencia de zonas inestables sobre el acantilado en ambos lados del río, en la parte inferior del acantilado se encuentra zonas con alta dureza, así como corrientes de aguas subterráneas, saturadas con aguas y con condiciones de permeabilidad por roca fisurada y estratos aluviales.

3. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO Y OBJETIVOS ESPECIFICOS

Es de interés solicitante, contar con referencias de los estratos del subsuelo. Para la construcción de un puente, siendo sus objetivos específicos los siguientes:

- a) Determinar las estructuras geoelectricas del subsuelo.
- b) Determinar las zonas estables y inestables y tipo de estratos de acuerdo a la resistividad eléctrica mediante imagen 2D con software coreano especializado.
- c) Entre los puntos de electrodos, si el caso lo amerita, definir aquel o aquellos con mejores condiciones geoelectricas para la construcción de un Puente.



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.

RUC. N° 20601819326

4. MÉTODOS DE PROSPECCIÓN

En sondeo eléctrico vertical-SEV, consiste en introducir corriente continua al terreno mediante un par de electrodos llamados de emisión o de corriente A y B, cuya respuesta o sea la diferencia de potencial producido por el campo eléctrico se mide en otro par de electrodos denominados de recepción o de potencial M y N.

Es posible calcular la resistividad del medio según:

$$\rho = K \cdot \Delta V / I$$

Dónde:

ρ = Resistividad del medio, en Ohm-m.

ΔV = Diferencia de potencial, en mV, medida en los electrodos M y N.

I = Intensidad de corriente en mA, medida en los electrodos A y B.

K = Constante geométrica que depende de la distribución de los electrodos, m.

El método geoelectrico empleado en la explotación de la estructura del subsuelo, es el denominado "Método de Resistividades", a través de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), configuración Schlumberger, que es el que se utilizó en el presente trabajo, los electrodos están alineados y conservan simetría con respecto al punto central o punto SEV, debiendo cumplirse que el MN sea menor que 1/3 AB.

Al aumentar la distancia entre los electrodos de emisión de corriente, aumenta su profundidad de penetración y también va cambiando las resistividades aparentes.

Estos valores son ploteados inicialmente en papel bilogarítmico obteniéndose como resultado una curva, a partir de la cual, mediante diversas técnicas, es posible determinar las resistividades verdaderas y los espesores que las diferentes capas bajo el punto de investigación. De esta manera, se llega a conocer el corte geoelectrico del subsuelo.

En el SEV con configuración Schlumberger, los electrodos M y N permanecen fijos mientras A y B se aleja, hasta que el valor del DV sea tan pequeño que obligue a aumentar MN.



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.

RUC. N° 20601819326

Estos cambios de M y N resultan en un salto de resistividad aparente para la misma distancia AB, cuando se presentan heterogeneidades laterales.

Estos saltos se corrigen para la interpretación, así como también, a veces hay necesidad de suavizar la curva de resistividades aparentes obtenida en campo.

El método ha sido ideado para estructuras constituidas por capas homogéneas paralelas con extensión lateral muy grande, lo cual no se cumple en la realidad, presentándose adelgazamientos o desapariciones de las capas, así como también se presenta variaciones laterales de resistividad.

Por ello y debido a otras limitaciones del método los resultados obtenidos presentan un margen de error que podría llegar normalmente más menos $\pm 10\%$ del valor determinado en la interpretación.

Si la estructura es compleja este error aumenta y podría ser tan grande que se aleja mucho de lo real. Por ello, es necesario que los resultados obtenidos sean correlacionados con las investigaciones geológicas y datos de perforaciones establecer con mayor precisión la estructura del subsuelo en el área de estudio.

Algunas circunstancias desfavorables para la aplicación son las irregularidades del relieve tanto superficial como del subsuelo, la presencia de una capa superficial de muy alta resistividad que dificulta la penetración de la corriente eléctrica, el relativo pequeño espesor de las capas de profundidad, heterogeneidades laterales marcadas y otras.

Las resistividades de las capas pueden ser relacionadas con la naturaleza de las mismas, particularmente, en lo que corresponde al contenido de agua en sus poros o fracturas, y al tamaño de los granos de los depósitos, en caso que se trate de sedimentos no consolidados.



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

El Cuadro N° 01 muestra las resistividades eléctricas de algunos medios.

CUADRO N° 01

RESISTIVIDADES DEL AGUA Y ROCAS

| Tipo de agua y roca | Resistividad (Ohm-m) |
|---------------------------------|-----------------------|
| Agua del mar | 0,2 |
| Agua de acuíferos aluviales | 10 – 30 |
| Agua de fuentes | 50-100 |
| Arenas y gravas secas | 1.000 - 10.000 |
| Arenas y gravas con agua dulce | 50 – 500 |
| Arenas y gravas con agua salada | 0,5 – 5 |
| Arcillas | 2 – 20 |
| Margas | 20 -100 |
| Calizas | 300 - 10,000 |
| Areniscas arcillosas | 50 – 300 |
| Areniscas cuarcíticas | 300 - 10,000 |
| Cineritas, tobas volcánicas | 50 – 300 |
| Lavas | 300 - 10,000 |
| Esquitos grafitosos | 0,5 – 5 |
| Esquitos arcillosos o alterados | 100 – 300 |
| Esquitos sanos | 300 - 3,000 |
| Gneis, granito alterados | 100 - 1,000 |
| <i>Gneis, granitos sanos</i> | <i>1,000 - 10,000</i> |

***Parasnis:** Principios de Geofísica Aplicada

La interpretación cuantitativa o numérica de las curvas de resistividades aparentes obtenidas en el campo se realizó mediante el método de analogía y comparación con curvas teóricas y por la resolución computarizada de los problemas directo e inverso con la ayuda del paquete de programas IPI2 WIN, que se utiliza bajo licencia de la firma rusa GeoScan-M.



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

5. INSTRUMENTAL Y EQUIPOS EMPLEADO

En la ejecución e interpretación de la Tomografía Eléctrica se utilizaron los siguientes instrumentos y equipos:

- Sting R8 earth Resistivity meter -20kw
- 4 rollos de cable: de corriente y de potencia
- 26 electrodos
- 02 Combas
- Celular Smartphone
- GPS
- Camioneta 4x4
- Cartografía del IGN e imágenes satelitales del Google Earth Pro;
- Receptor de posicionamiento global por satélite de 12 canales;
- PC – CORE DUO i7 y software coreano especializado;



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.

RUC. N° 20601819326

La información de campo fue obtenida mediante el instrumento STING R8 earth-20kw resistivity meter. El sistema Sting / Swift se utiliza para la resistividad y formación de imágenes IP en aplicaciones tales como aguas subterráneas y minerales exploración, geotécnicas investigaciones, perforación horizontal, la cartografía de plumas de contaminación, detección de cavidades, arqueológico y el trabajo del medio ambiente, etc.

El equipo utilizado en la ejecución de la TOMOGRAFIA ELECTRICA está conformado por un transmisor de corriente continua:

Modos de medición de resistividad aparente, resistencia, tensión (SP), la polarización inducida (IP), voltaje de la batería.

Rango de medición 400 k de 0,1 mili (resistencia).

Rango automático de voltaje escala 0-500 V.

Corriente de salida 1-2-5-10-20-50-100-200-500 mA.

Tensión de entrada máxima de 500 V.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 Valoración Cuantitativa

El procesamiento e interpretación numérica de los datos de campo (curva de resistividades aparentes), permite matemáticamente establecer los siguientes parámetros para cada uno de los SEV ejecutados en la tomografía Eléctrica:

- a) Número de capas geoelectricas;
- b) Resistividad real por capa geoelectrica, en Ohm-m;

En el presente caso, los resultados del procesamiento se muestran para cada uno de los puntos de interpretación anexos (Fig. N°1), y en resumen, en el cuadro N°1



6.2 Clave de Lectura

Para analizar cada TOMOGRAFIA ELECTRICA específicamente y en detalle, debe recurrirse: a los cuadros de resultados numéricos correspondientes, a su diagrama de interpretación y a los cortes geoelectricos. El cuadro de resultados resume todos los valores obtenidos de la interpretación obtenidos del programa de cómputo, y que son la fuente de los datos consignados en estos cuadros, se anexan en la parte final de presente informe.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados del estudio practicado (ver Cuadro N° 1 y secciones geoelectricas), permite formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- a) La zona de estudio, en su mayor parte, presenta una estructura geoelectrica conformada por 03 capas, que presentan complejidad en su formación.
- b) En el caso de la capa Geoelectrica es muy variable por la compleja formación geológica de la zona, en el cual se puede observar con mejor detalle de acuerdo al color en la imagen de la TOMOGRAFIA ELECTRICA anexada.
- c) En lo referente a la capa Geoelectrica Inferior, el predominio la roca fisurada, está saturada por las grietas con agua.
- d) En todos los casos dados, con el objeto de corroborar se recomienda anclar la estructura en las zonas estables, en el perfil de la tomografia eléctricas estas zonas aparecen con color rojizo a morado.



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.

RUC. N° 20601819326

8. DECLARACIÓE LÍMITES DE RESPONSABILIDAD

Es necesario tomar en consideración que los resultados que se consignan en el presente informe corresponden a la descripción de las condiciones geoelectricas locales a partir del método de investigación empleado (que es un método indirecto de análisis basado en la analogía de las características del suelo con el flujo de electrones en la corriente eléctrica, a través de los diferentes estratos del subsuelo, relacionada a la textura de los depósitos y su capacidad de conducir la corriente eléctrica y de ser permeable o no al agua), así como a la inferencia de las condiciones geológicas obtenidas al extrapolar la información de estudios disponibles para la zona.

Chiclayo, 29 de Mayo del 2017



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

ANEXOS

Fig.1 Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Sección N° 1.

Fig.2 Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Longitudinal Sección N° 2.

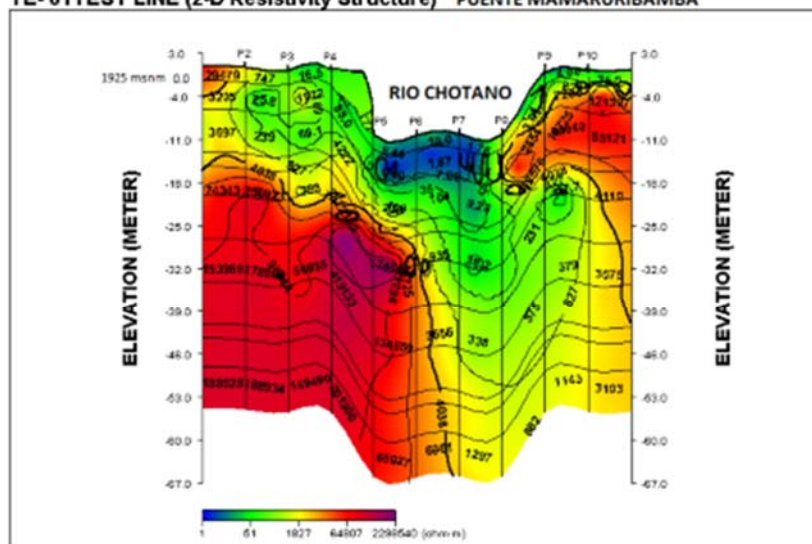
Fotos:



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

Fig.1 Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Sección N°1

TE- 01TEST LINE (2-D Resistivity Structure) PUENTE MAMARURIBAMBA



INTERPRETACIÓN DE ACUERDO AL COLOR

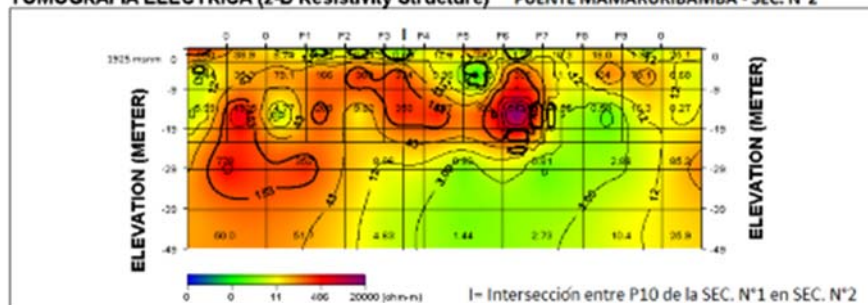
- Celeste: Acuífero, zonas de alta humedad, pantano, río o quebrada
- Verde: Zona Inestable, materiales arcillosos, arenosos, limosos y gravas de pequeño diámetro
- Amarillo: Zona de material sedimentario compactado de estabilidad media
- Rojo: Zona de materiales de canto rodados de gran diámetro, fragmentos de roca
- Violeta y Azul Intenso: Zona Estable Dura



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

Fig.2 Imagen de Perfil de Tomografía Eléctrica Sección N°2.

TOMOGRAFIA ELECTRICA (2-D Resistivity Structure) PUENTE MAMARURIBAMBA - SEC. N°2



INTERPRETACIÓN DE ACUERDO AL COLOR

- Celeste: Azufre, zonas de alta humedad, pantano, río o quebrada
- Verde: Zona Inestable, materiales arcillosos, arenosos, limos y gravas de pequeño diámetro
- Amarillo: Zona de material sedimentario compactado de estabilidad media
- Rojo: Zona de materiales de canto rodados de gran diámetro, fragmentos de roca
- Violeta y Azul Intenso: Zona Estable Dura



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326

FOTOS



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326



Celular: 925342611 – 985473285
Calle Ollantaytambo 280

Correo: dygbestwater@gmail.com
Facebook: [@DyGPeru](https://www.facebook.com/DyGPeru)



D&G BEST WATER MANAGEMENT S.A.C.
RUC. N° 20601819326



Celular: 925342611 – 985473285
Calle Ollantaytambo 280

Correo: dygbestwater@gmail.com
Facebook: [@DyGPeru](https://www.facebook.com/DyGPeru)

ANEXO N° 05: ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DRENAJE

5.1 ANTECEDENTES

La carretera Mamaruribamba Bajo - Rambrán, no presenta antecedentes.

5.2 OBJETIVOS

Los objetivos del estudio definitivo de drenaje para la creación de la vía Mamaruribamba Bajo - Rambrán, son los siguientes:

- i. Identificar y ubicar los sectores o tramos de la carretera que tienen sistemas de drenaje como alcantarillas y cunetas, evaluando lo que necesitan para la operación segura y eficiente de la vía, bajo las condiciones actuales y futuras en el área del proyecto.
- ii. Identificar y cuantificar, con la precisión posible, los fenómenos concurrentes que afectarían a la carretera, afín de considerarlos en el diseño de las obras del sistema de drenaje y protección que fueran necesarias o convenientes para la operatividad de la vía.

5.3 INFORMACION ESTUDIADA

5.3.1 Información meteorológica

Para realizar el estudio definitivo de un sistema de drenaje, se debe recurrir a información hidrometeorológica lo suficientemente extensa, por lo menos 10 años de registros, que ayude a tener claro el comportamiento climático que ocurre en el área donde se ubica la carretera.

Para ello se necesita la información hidrometeorológica, principalmente de precipitación y datos de aforo de los cursos principales que afectan a la vía, solicitándose a la ANA los datos de precipitación máxima en 24 horas, de las estaciones Cutervo, Cochabamba y Chota.

Se consiguieron además datos de aforos del río Chotano, estos datos fueron también brindados por la ANA.

Las ubicaciones de las estaciones de precipitación y periodo de registros, son las siguientes:

Cuadro N° 01

| ESTACION | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD | PERÍODO DE REGISTRO | AÑOS |
|------------|---------|----------|-------------|---------------------|------|
| Cutervo | -6.379 | -78.805 | 2743.0 msnm | 1963 – 2011 | 46 |
| Cochabamba | -6.460 | -78.889 | 1671.7 msnm | 1963 – 2011 | 45 |
| Chota | -6.547 | -78.649 | 2486.6 msnm | 1971 – 2011 | 30 |

Estas estaciones pluviométricas se encuentran distribuidas a lo largo de la zona de influencia del proyecto, y generan datos de la escorrentía superficial, las

cuales incidirán en una adecuada apreciación sobre el comportamiento climático de la zona, pero, sobre todo, en lo que respecta al parámetro precipitación y sus consecuencias sobre la carretera en estudio.

Cuadro N° 02

| ESTACION | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD | PERÍODO DE REGISTRO | AÑOS |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------------------|-------------|
| Lajas | -6.560 | -78.741 | 2148.20 | 1937 – 2008 | 66 |

Esta estación corresponde a una estación hidrométrica de medición de caudales del río chotano ubicada en el distrito de Lajas. Nos permitirá obtener información hidrológica para el diseño del puente que cruza el río chotano en el caserío de Mamaruribamba bajo.

LAT: -6.37927778
LONG: -78.8045278
ALT: 2743 msnm

| AÑO | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Máx |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1963 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 32.00 | 41.00 | 36.00 | 43.00 | 43.00 |
| 1964 | 33.00 | 6.00 | 12.00 | 30.00 | 28.00 | 0.00 | 9.00 | 19.00 | 7.00 | 9.00 | 28.00 | 11.00 | 33.00 |
| 1965 | 17.00 | 13.00 | 19.00 | 22.00 | 6.00 | 5.00 | 17.00 | 4.00 | 14.00 | 28.00 | 28.00 | 16.00 | 28.00 |
| 1966 | 9.00 | 12.00 | 17.00 | 11.00 | 12.00 | 3.00 | 6.00 | 9.00 | 25.00 | 41.00 | 10.00 | 23.00 | 41.00 |
| 1967 | 16.00 | 22.00 | 24.00 | 13.00 | 18.00 | 23.00 | 13.00 | 6.00 | 5.00 | 13.00 | 52.00 | 14.00 | 52.00 |
| 1968 | 7.00 | 14.00 | 16.00 | 19.00 | 8.00 | 6.00 | 4.00 | 19.00 | 21.00 | 36.00 | 19.00 | 18.00 | 36.00 |
| 1969 | 18.00 | 26.00 | 21.00 | 46.00 | 4.00 | 1.00 | 5.00 | 5.00 | 9.00 | 14.00 | 36.00 | 20.00 | 46.00 |
| 1970 | 26.00 | 18.00 | 26.00 | 19.00 | 21.00 | 16.00 | 15.00 | 14.00 | 6.00 | 44.00 | 8.00 | 43.00 | 44.00 |
| 1971 | 27.00 | 25.00 | 34.00 | 16.00 | 30.00 | 22.00 | 17.00 | 8.00 | 10.00 | 26.00 | 30.00 | 17.00 | 34.00 |
| 1972 | 22.00 | 13.00 | 30.00 | 32.00 | 22.00 | 25.00 | 9.00 | 14.00 | 18.00 | 27.00 | 32.00 | 18.00 | 32.00 |
| 1973 | 21.00 | 31.00 | 23.00 | 41.00 | 10.00 | 40.00 | 9.00 | 25.00 | 20.00 | 20.00 | 10.00 | 26.00 | 41.00 |
| 1974 | 11.00 | 27.00 | 30.00 | 19.00 | 5.00 | 15.00 | 7.00 | 7.00 | 37.00 | 29.00 | 38.00 | 19.00 | 38.00 |
| 1975 | 10.00 | 25.00 | 28.00 | 42.00 | 21.00 | 25.00 | 7.00 | 10.00 | 19.00 | 16.00 | 7.00 | 12.00 | 42.00 |
| 1976 | 9.00 | 49.00 | 23.00 | 37.00 | 21.00 | 8.00 | 4.00 | 8.00 | 9.00 | 28.00 | 22.00 | 21.00 | 49.00 |
| 1977 | 13.00 | 24.00 | 8.00 | 37.00 | 2.00 | 4.00 | 0.00 | 10.00 | 6.00 | 10.00 | 13.00 | 10.00 | 37.00 |
| 1978 | 14.00 | 15.00 | 17.00 | 12.00 | 19.00 | 0.00 | 15.00 | 0.00 | 8.00 | 10.00 | 20.00 | 9.00 | 20.00 |
| 1979 | 20.00 | 20.00 | 21.00 | 21.00 | 10.00 | 1.00 | 8.00 | 20.00 | 15.00 | 11.00 | 8.00 | 10.00 | 21.00 |
| 1980 | 8.00 | 14.00 | 12.00 | 8.00 | 11.00 | 9.00 | 14.00 | 8.00 | 8.00 | 24.00 | 14.00 | 16.00 | 24.00 |
| 1981 | 9.00 | 39.00 | 47.00 | 11.00 | 15.00 | 8.00 | 4.00 | 8.00 | 3.00 | 17.00 | 6.00 | 12.00 | 47.00 |
| 1982 | 6.00 | 14.00 | 12.00 | 4.00 | 12.00 | 6.00 | 10.00 | 0.00 | 18.00 | 32.00 | 19.00 | 11.00 | 32.00 |
| 1983 | 5.00 | 11.00 | 2.00 | 36.00 | 16.00 | 4.00 | 10.00 | 4.00 | 5.00 | 19.00 | 38.00 | 16.00 | 38.00 |
| 1984 | 15.00 | 18.00 | 8.00 | 13.00 | 6.00 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 18.00 |
| 1985 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | |
| 1986 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | |
| 1987 | SD | 47.00 | 30.00 | 19.00 | 23.00 | 20.00 | SD | 7.00 | 24.00 | 26.00 | 21.00 | 15.00 | 47.00 |
| 1988 | 17.00 | 14.00 | 17.00 | 73.00 | 10.00 | 9.00 | 10.00 | 3.00 | 11.00 | 15.00 | 33.00 | 17.00 | 73.00 |
| 1989 | 28.00 | 24.00 | 24.00 | 30.00 | 18.00 | 12.00 | 9.00 | 13.00 | 36.00 | 38.00 | 28.00 | 29.00 | 38.00 |
| 1990 | 30.00 | 22.00 | 22.00 | 52.00 | 19.00 | 6.00 | 8.00 | 6.00 | 12.00 | 43.00 | 24.00 | 17.00 | 52.00 |
| 1991 | 14.00 | 8.00 | SD | SD | 9.00 | 8.00 | 12.00 | 11.00 | 17.00 | 23.00 | 15.00 | 31.00 | 31.00 |
| 1992 | 9.00 | 26.00 | 31.00 | 23.00 | 16.00 | 14.00 | 8.00 | 24.00 | 22.00 | 19.00 | 15.00 | 12.00 | 31.00 |
| 1993 | 30.00 | 16.00 | 42.00 | 33.00 | 13.00 | 3.00 | 17.00 | 19.00 | 52.00 | 21.00 | 25.00 | 52.00 | 52.00 |
| 1994 | 22.00 | 25.00 | 39.00 | 81.00 | 12.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 17.00 | 6.00 | 38.00 | 26.00 | 81.00 |
| 1995 | 10.00 | 11.00 | 24.00 | 17.00 | 9.00 | 4.00 | 6.00 | 25.00 | 6.00 | 33.00 | 19.00 | 31.00 | 33.00 |
| 1996 | 14.00 | 23.00 | 31.00 | 22.00 | 21.00 | 33.00 | 2.00 | 8.00 | 7.00 | 39.00 | 19.00 | 11.00 | 39.00 |
| 1997 | 24.00 | 36.00 | 20.00 | 12.00 | 8.00 | 12.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00 | 22.00 | 14.00 | 25.00 | 36.00 |
| 1998 | 10.00 | 53.00 | 49.00 | 25.00 | 65.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 | 22.00 | 51.00 | 34.00 | 43.00 | 65.00 |
| 1999 | 37.00 | 57.00 | 22.00 | 20.00 | 15.00 | 28.00 | 20.00 | 4.00 | 34.00 | 31.00 | 44.00 | 33.00 | 57.00 |
| 2000 | 25.00 | 49.00 | 30.00 | 40.00 | 22.00 | 13.00 | 14.00 | 8.00 | 16.00 | 5.00 | 9.00 | 34.00 | 49.00 |
| 2001 | 34.00 | 12.00 | 49.00 | 33.00 | 18.00 | 1.00 | 3.00 | 2.00 | 14.00 | 36.00 | 28.00 | 26.00 | 49.00 |
| 2002 | 12.00 | 21.00 | 27.00 | 41.00 | 27.00 | 3.00 | 9.00 | 1.00 | 40.00 | 54.00 | 22.00 | 21.00 | 54.00 |
| 2003 | 19.00 | 40.00 | 32.00 | 28.00 | 10.00 | 10.00 | 0.00 | 7.00 | 6.00 | 22.00 | 34.00 | 12.00 | 40.00 |
| 2004 | 25.00 | 32.00 | 11.00 | 33.00 | 13.00 | 5.00 | 7.00 | 6.00 | 12.00 | 28.00 | 38.00 | 16.00 | 38.00 |
| 2005 | 13.00 | 42.00 | 25.00 | 11.00 | 18.00 | 14.00 | 4.00 | 2.00 | 15.00 | 45.00 | 18.00 | 17.00 | 45.00 |
| 2006 | 27.00 | 25.00 | 49.00 | 36.00 | 6.00 | 14.00 | 11.00 | 3.00 | 10.00 | 23.00 | 32.00 | 18.00 | 49.00 |
| 2007 | 31.00 | 9.00 | 25.00 | 49.00 | 27.00 | 4.00 | 15.00 | 7.00 | 14.00 | 46.00 | 25.00 | 24.00 | 49.00 |
| 2008 | 28.00 | 38.00 | 14.00 | 23.00 | 20.00 | 11.00 | 6.00 | 18.00 | 21.00 | 34.00 | SD | 24.00 | 38.00 |
| 2009 | 15.00 | 28.00 | 27.00 | SD | 13.00 | 17.00 | 11.00 | 2.00 | 16.00 | 25.00 | 14.00 | 22.00 | 28.00 |
| 2010 | 13.00 | 48.00 | 50.00 | 23.00 | 14.00 | 4.00 | 28.00 | 4.00 | 25.00 | 25.00 | 28.00 | 18.00 | 50.00 |
| 2011 | 29.00 | 25.00 | 32.00 | 25.00 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 32.00 |

NOMBRE DE ESTACIÓN: COCHABAMBA
CÓDIGO DE ESTACIÓN: 353
TIPO DE ESTACIÓN: CLIMÁTICA
CUENCA: CUENCA CHAMAYA

REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: COCHABAMBA

LAT: -6.460000
LONG: -78.888611
ALT: 1671.7 msnm

| AÑO | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Max |
|------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1963 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 39.00 | 47.00 | 31.00 | 47.00 |
| 1964 | 37.00 | 20.00 | 21.00 | 29.00 | 11.00 | 13.00 | 8.00 | 21.50 | 15.50 | 38.00 | 21.00 | 28.50 | 38.00 |
| 1965 | 15.00 | 15.50 | 26.00 | 16.50 | 19.50 | 6.00 | 8.50 | 3.30 | 33.30 | 33.20 | 28.50 | 19.90 | 33.30 |
| 1966 | 15.20 | 9.80 | 54.50 | 25.00 | 15.00 | 7.00 | 0.50 | 17.00 | 7.50 | 35.00 | 28.00 | 8.00 | 54.50 |
| 1967 | 31.00 | 50.00 | 43.00 | 22.00 | 17.00 | 3.00 | 10.00 | 4.00 | 8.00 | 24.00 | 11.00 | 8.00 | 50.00 |
| 1968 | 12.00 | 39.00 | 15.00 | 13.00 | 3.00 | 11.00 | 6.00 | 27.00 | 22.00 | 27.00 | 23.00 | 9.00 | 39.00 |
| 1969 | 12.00 | 30.00 | 36.00 | 52.00 | 12.00 | 9.00 | 0.00 | 5.00 | 14.00 | 35.00 | 61.00 | 18.00 | 61.00 |
| 1970 | 22.00 | 22.00 | 9.00 | 26.00 | 31.00 | 14.00 | 5.00 | 9.00 | 14.00 | 26.00 | 26.00 | 20.00 | 31.00 |
| 1971 | 22.00 | 18.00 | 72.00 | 31.00 | 33.00 | 11.00 | 9.00 | 26.50 | 10.50 | 18.00 | 21.50 | 21.00 | 72.00 |
| 1972 | 9.00 | 21.00 | 28.00 | 24.00 | 11.00 | 12.50 | 6.00 | 7.00 | 10.50 | 33.50 | 25.00 | 26.00 | 33.50 |
| 1973 | 11.50 | 17.50 | 12.00 | 38.50 | 21.00 | 12.00 | 15.00 | 32.00 | 29.50 | 25.00 | 13.00 | 19.00 | 38.50 |
| 1974 | 9.50 | 42.50 | 16.00 | 20.00 | 18.50 | 10.50 | 6.00 | 17.00 | 60.00 | 34.00 | 13.50 | 14.00 | 60.00 |
| 1975 | 15.50 | 31.50 | 30.00 | 33.00 | 22.00 | 9.00 | 35.00 | 29.50 | 34.00 | 36.00 | 54.00 | 3.00 | 54.00 |
| 1976 | 14.00 | 35.00 | 34.00 | 29.00 | 13.50 | 7.50 | 0.00 | 1.00 | 6.00 | 43.00 | 18.50 | 12.00 | 43.00 |
| 1977 | 14.50 | 35.00 | 18.00 | 32.00 | 6.50 | 15.00 | 5.00 | 0.00 | 36.00 | 43.00 | 23.00 | 10.00 | 43.00 |
| 1978 | 5.00 | 0.00 | 26.00 | 16.00 | 14.00 | 0.00 | 20.00 | 7.00 | 29.00 | 3.00 | 27.00 | 22.00 | 29.00 |
| 1979 | 31.00 | 19.00 | 30.00 | 14.00 | 32.00 | 3.00 | 3.00 | 47.00 | 25.00 | 21.00 | 45.00 | 19.00 | 47.00 |
| 1980 | 9.00 | 4.00 | 34.00 | 11.50 | 11.00 | 15.00 | 1.50 | 10.00 | 0.00 | 39.00 | 23.00 | 7.00 | 39.00 |
| 1981 | 4.50 | 27.00 | 22.00 | 49.00 | 5.00 | 14.00 | 11.00 | 21.00 | 12.00 | 17.00 | 14.00 | 15.00 | 49.00 |
| 1982 | 17.00 | 19.50 | 14.00 | 40.00 | 34.50 | 7.00 | 2.50 | 1.00 | 22.00 | 18.00 | 29.00 | SD | 40.00 |
| 1983 | 21.00 | 28.00 | 17.90 | 27.00 | 10.00 | 0.00 | SD | SD | 22.00 | SD | SD | SD | 28.00 |
| 1984 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | |
| 1985 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | |
| 1986 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 6.00 |
| 1987 | 21.30 | 35.00 | 7.00 | 24.00 | 5.00 | SD | 9.00 | 0.00 | 23.80 | 14.00 | 9.80 | 8.00 | 35.00 |
| 1988 | 12.80 | 10.80 | 15.20 | 30.80 | 102.00 | 8.20 | 14.00 | 22.20 | 24.20 | 18.60 | 11.40 | 12.60 | 102.00 |
| 1989 | 36.40 | 26.00 | 50.40 | 49.00 | 10.80 | 67.20 | 8.00 | 10.00 | 35.20 | 29.00 | 10.00 | 7.60 | 67.20 |
| 1990 | 11.00 | 25.00 | 11.00 | 18.20 | 19.20 | 10.00 | 2.40 | 1.00 | 4.00 | 45.00 | 24.20 | 2.80 | 45.00 |
| 1991 | 4.20 | 1.00 | 20.80 | 31.00 | SD | SD | 4.00 | 1.50 | 34.00 | 9.60 | 24.00 | 16.00 | 34.00 |
| 1992 | 19.20 | 28.50 | 11.20 | 58.00 | 24.20 | 6.40 | 4.00 | 4.80 | 31.00 | 28.00 | 14.00 | 5.60 | 58.00 |
| 1993 | 12.00 | 30.00 | 48.60 | 22.80 | 7.20 | 0.50 | 23.00 | 8.00 | 14.00 | 17.20 | 11.00 | 7.00 | 48.60 |
| 1994 | 8.50 | 23.40 | 60.00 | 27.00 | 17.60 | 2.00 | SD | SD | 45.00 | 29.00 | 22.00 | 10.00 | 60.00 |
| 1995 | 41.00 | 20.00 | 8.00 | 12.00 | 21.50 | 0.50 | 13.00 | 3.80 | 3.00 | 12.00 | 27.00 | 12.50 | 41.00 |
| 1996 | 11.00 | 28.00 | 83.00 | 42.00 | 39.00 | 18.00 | 0.00 | 32.00 | 13.00 | 32.00 | 11.00 | 0.20 | 83.00 |
| 1997 | 16.00 | 50.00 | 11.00 | 26.00 | 6.00 | 11.00 | 6.00 | 0.00 | 0.00 | 5.50 | 11.00 | 34.00 | 50.00 |
| 1998 | 10.00 | 45.00 | 29.00 | 36.00 | 25.50 | 5.00 | 0.00 | 20.00 | 29.00 | 17.00 | 12.00 | 7.00 | 45.00 |
| 1999 | 11.00 | 10.50 | 17.00 | SD | SD | 70.60 | 11.00 | 8.90 | 63.30 | 31.00 | 8.70 | 26.70 | 70.60 |
| 2000 | 14.50 | 23.10 | 31.00 | 35.10 | 83.00 | 17.10 | 3.90 | 30.50 | 31.00 | 32.60 | 35.00 | 22.00 | 83.00 |
| 2001 | 24.50 | 20.60 | 21.30 | 79.40 | 39.50 | 2.00 | 0.80 | 1.40 | 78.80 | 13.00 | 15.80 | 48.00 | 79.40 |
| 2002 | 19.00 | 52.00 | 14.00 | 80.50 | 27.60 | 8.90 | 7.40 | 0.00 | 41.00 | 31.30 | 21.80 | 9.80 | 80.50 |
| 2003 | 21.50 | 53.00 | 27.60 | 34.00 | 18.50 | 27.10 | 5.00 | 3.00 | 11.40 | 32.00 | 45.40 | 9.00 | 53.00 |
| 2004 | 13.00 | 20.00 | 12.20 | 46.50 | 36.20 | 1.90 | 15.00 | 0.00 | 27.00 | 17.40 | 19.20 | 15.00 | 46.50 |
| 2005 | 7.90 | 34.20 | 23.00 | 28.20 | 4.70 | 15.00 | 1.30 | 9.00 | 14.70 | 30.00 | 22.20 | 16.00 | 34.20 |
| 2006 | 13.90 | 19.00 | 42.20 | 20.70 | 14.00 | 25.80 | 24.30 | 2.00 | 37.80 | 17.50 | 19.40 | 23.50 | 42.20 |
| 2007 | 18.20 | 22.00 | 26.00 | 25.40 | 60.60 | 0.00 | 21.00 | 16.30 | 20.70 | 26.00 | 32.20 | 17.00 | 60.60 |
| 2008 | 35.20 | 50.40 | 102.00 | 32.70 | 30.00 | 22.10 | 3.10 | 61.00 | 44.90 | 73.70 | 16.00 | 7.20 | 102.00 |
| 2009 | 25.90 | 23.20 | 55.80 | 10.80 | 16.20 | 8.00 | 5.80 | 24.00 | 1.00 | 15.40 | 16.90 | 41.70 | 55.80 |
| 2010 | 21.80 | 81.50 | 39.60 | 53.20 | 20.80 | 11.00 | 20.20 | 4.00 | 57.00 | 19.80 | 23.00 | 14.60 | 81.50 |
| 2011 | 28.60 | 18.30 | 14.20 | 28.50 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 28.60 |

NOMBRE DE ESTACIÓN: CHOTA
CÓDIGO DE ESTACIÓN: 303
TIPO DE ESTACIÓN: CLIMÁTICA
CUENCA: CUENCA CHAMAYA

REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

LAT: -6.5472222
LONG: -78.6486111
ALT: 2486.6 msnm

| AÑO | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Max |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 1971 | 50.20 | 29.40 | 25.90 | 12.90 | 21.60 | 12.00 | 15.60 | 7.50 | 10.60 | 35.60 | 25.40 | 20.20 | 50.20 |
| 1972 | 16.60 | 17.90 | 21.80 | 28.00 | 19.30 | 10.50 | 4.00 | 5.00 | 25.50 | 10.60 | 25.00 | 8.60 | 28.00 |
| 1973 | 16.00 | 17.20 | 11.70 | 24.60 | 30.30 | 15.70 | 36.00 | 23.30 | 36.60 | 24.20 | 19.40 | 24.70 | 36.60 |
| 1974 | 15.60 | 30.20 | 19.80 | 15.00 | 10.00 | 16.70 | 3.20 | 15.20 | 14.60 | 13.60 | 16.80 | 16.90 | 30.20 |
| 1975 | 18.70 | 9.50 | 19.10 | 21.00 | 15.50 | 13.20 | 7.40 | 7.00 | 62.00 | 16.00 | 44.40 | 6.70 | 62.00 |
| 1976 | 36.50 | 27.00 | 41.00 | 14.00 | 9.80 | 34.50 | 3.00 | 6.00 | 2.50 | 28.00 | 21.00 | 22.50 | 41.00 |
| 1977 | SD | SD | SD | SD | SD | 8.60 | 3.40 | 6.80 | 3.30 | 34.00 | 27.70 | 23.00 | 34.00 |
| 1978 | 19.10 | 11.30 | 8.10 | 22.70 | 11.70 | 0.40 | 6.70 | 3.30 | 31.30 | 23.30 | 47.20 | 21.00 | 47.20 |
| 1979 | 16.40 | 13.30 | 34.80 | 25.50 | 32.50 | 2.60 | 14.20 | 20.30 | 32.70 | 23.30 | 26.50 | 11.30 | 34.80 |
| 1980 | 14.80 | 11.60 | 14.90 | 12.00 | 12.20 | 6.00 | SD | SD | 30.20 | 160.50 | 17.20 | 24.00 | 160.50 |
| 1981 | 16.00 | 34.20 | 35.00 | 24.00 | 17.30 | 19.90 | 9.20 | 11.00 | 0.40 | 22.00 | 23.00 | 22.40 | 35.00 |
| 1982 | 10.00 | 19.50 | 27.50 | 16.50 | 21.30 | 6.60 | 0.00 | 18.50 | 11.10 | 11.60 | 17.80 | SD | 27.50 |
| 1983 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1984 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1985 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1986 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1987 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1988 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1989 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1990 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1991 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1992 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1993 | SD | SD | SD | SD | SD | 0.00 | 3.90 | 9.60 | 20.40 | 25.10 | 32.70 | 36.60 | 36.60 |
| 1994 | SD | SD | SD | SD | SD | 15.00 | 3.00 | 0.00 | 7.50 | 10.00 | 32.50 | 18.50 | 32.50 |
| 1995 | 4.50 | 23.40 | 17.00 | 19.80 | 9.30 | 11.70 | 7.00 | 27.80 | 36.00 | 90.80 | 12.00 | 32.00 | 90.80 |
| 1996 | 7.80 | 17.60 | 19.50 | 18.50 | 14.50 | 23.60 | 0.00 | 28.30 | 24.60 | 23.20 | 22.50 | 16.10 | 28.30 |
| 1997 | 17.10 | 34.70 | 45.20 | 24.60 | 23.70 | 8.60 | 0.00 | 0.00 | 11.80 | 15.90 | 16.30 | 30.60 | 45.20 |
| 1998 | 11.40 | 74.30 | 21.00 | 28.30 | 30.00 | 2.60 | 0.70 | 13.90 | 13.30 | 32.00 | 13.10 | 18.60 | 74.30 |
| 1999 | 38.40 | 48.20 | 28.40 | 24.70 | 34.00 | 23.70 | 4.30 | 2.60 | 15.00 | 20.40 | 39.40 | 27.50 | 48.20 |
| 2000 | 26.20 | 30.80 | 7.70 | 32.20 | 23.70 | 24.30 | 5.40 | 3.30 | 35.60 | 11.40 | 32.10 | 26.00 | 35.60 |
| 2001 | 24.30 | 17.60 | 26.80 | 32.80 | 14.40 | 8.80 | 3.40 | 0.00 | 17.40 | 16.00 | 30.60 | 35.90 | 35.90 |
| 2002 | 14.00 | 20.30 | 46.70 | 47.00 | 30.70 | 3.90 | 5.10 | 1.20 | 16.40 | 29.30 | 39.00 | 22.80 | 47.00 |
| 2003 | 26.30 | 60.70 | 25.20 | 29.70 | 6.70 | 21.90 | 1.00 | 4.70 | 28.50 | 19.70 | 28.00 | 31.00 | 60.70 |
| 2004 | 25.60 | 16.00 | 30.80 | 16.60 | 38.60 | 0.50 | 17.10 | 0.80 | 18.70 | 57.00 | 52.50 | 16.70 | 57.00 |
| 2005 | 8.60 | SD | 38.30 | 25.00 | 8.40 | 14.90 | 0.80 | 4.20 | 17.80 | 32.90 | 28.20 | 23.80 | 38.30 |
| 2006 | 61.80 | 28.00 | 33.10 | 29.80 | 6.40 | 16.90 | 16.20 | 14.90 | 31.20 | 22.50 | 27.40 | 32.70 | 61.80 |
| 2007 | 21.50 | 11.10 | 33.70 | 32.70 | 26.60 | 0.70 | 16.60 | 9.70 | 6.00 | 20.40 | 24.40 | 19.80 | 33.70 |
| 2008 | 26.30 | 59.10 | 38.40 | 25.20 | 26.20 | 10.60 | 4.40 | 8.20 | 30.90 | 26.00 | 19.90 | 24.20 | 59.10 |
| 2009 | SD | 34.20 | 49.00 | 38.10 | 36.50 | 13.40 | 2.70 | 0.80 | 16.70 | 21.60 | 24.00 | 33.30 | 49.00 |
| 2010 | 21.60 | 51.90 | 47.10 | 54.20 | 28.70 | 14.80 | 13.90 | 7.20 | 10.80 | 44.00 | 15.70 | 24.10 | 54.20 |
| 2011 | 17.00 | 18.10 | 26.20 | 23.20 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 26.20 |



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS



CAUDAL PROMEDIO DIARIO (m³/s)

Nombre de Estación: LAJAS Río: CHOTANO Región: CAJAMARCA Latitud Sur: -6.5597
Codigo de Estación: 220613 Cuenca: Cuenca Chamaya Provincia: CHOTA Longitud Oeste: -78.741
Tipo de Estación: HIDROMÉTRICA Distrito: LAJAS Altitud: 2148.2

| AÑO | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Máx |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 1937 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 87.15 | 26.35 | 18.40 | 26.60 | 87.15 |
| 1938 | 9.90 | 126.10 | 117.40 | 66.80 | 10.60 | 1.60 | 0.80 | 1.60 | 1.60 | 8.02 | 0.48 | 1.20 | 126.10 |
| 1939 | 20.79 | 1.07 | 75.37 | 55.64 | 0.16 | 4.28 | 4.98 | 1.27 | 46.76 | 55.64 | 1.20 | 10.22 | 75.37 |
| 1940 | 53.08 | 35.64 | 44.36 | 58.20 | 29.70 | 5.50 | 2.30 | 0.80 | 16.60 | 55.60 | 22.20 | 10.60 | 58.20 |
| 1941 | 40.90 | 61.10 | 59.55 | 65.45 | 48.00 | 5.50 | 1.60 | 0.48 | 0.16 | 0.64 | 14.80 | 42.10 | 65.45 |
| 1942 | 42.10 | 58.20 | 65.30 | 86.80 | 106.50 | 8.40 | 2.95 | 2.30 | 3.70 | 26.20 | 72.80 | 6.70 | 106.50 |
| 1943 | 15.90 | 55.60 | 33.00 | 11.20 | 10.60 | 8.70 | 2.40 | 4.46 | 3.95 | 14.26 | 20.12 | 29.70 | 55.60 |
| 1944 | 14.78 | 26.18 | 23.74 | 20.12 | 22.18 | 10.22 | 6.10 | 2.26 | 5.24 | 9.08 | 9.46 | 15.80 | 26.18 |
| 1945 | 14.78 | 23.74 | 22.96 | 27.06 | 21.48 | 9.46 | 2.40 | 4.72 | 3.70 | 3.05 | 37.45 | 77.95 | 77.95 |
| 1946 | 127.35 | 123.55 | 123.55 | 119.75 | 115.95 | 57.80 | 4.80 | 0.62 | 1.55 | 18.68 | 6.50 | 68.50 | 127.35 |
| 1947 | 44.95 | 22.13 | 108.35 | 159.85 | 112.15 | 15.63 | 8.35 | 4.05 | 155.75 | 53.35 | 25.75 | 62.85 | 159.85 |
| 1948 | 32.73 | 14.63 | 51.13 | 83.81 | 17.68 | 25.77 | 2.33 | 1.08 | 0.87 | 1.64 | 108.35 | 62.85 | 108.35 |
| 1949 | 44.95 | 46.93 | 68.50 | 89.35 | 77.95 | 35.74 | 5.96 | 5.56 | 1.61 | 37.44 | 28.92 | 24.80 | 89.35 |
| 1950 | 4.64 | 64.66 | 60.81 | 85.72 | 28.55 | 21.19 | 11.43 | 3.32 | 5.96 | 48.25 | 48.25 | 58.45 | 85.72 |
| 1951 | 54.15 | 21.19 | 15.64 | 33.86 | 6.67 | 3.83 | 1.01 | 0.81 | 3.51 | 15.64 | 52.00 | 115.95 | 115.95 |
| 1952 | 100.10 | 48.25 | 43.45 | 71.35 | 14.09 | 8.55 | 2.66 | 1.31 | 2.26 | 14.86 | 6.67 | 12.54 | 100.10 |
| 1953 | 49.85 | 45.05 | 60.60 | 64.83 | 31.21 | 5.56 | 6.67 | 0.81 | 6.67 | 21.19 | 20.23 | 48.25 | 64.83 |
| 1954 | 24.80 | 45.05 | 49.85 | 35.46 | 26.01 | 7.64 | 1.91 | 0.54 | 0.54 | 15.64 | 48.25 | 7.38 | 49.85 |
| 1955 | 71.34 | 11.43 | 23.60 | 29.88 | 26.01 | 7.03 | 1.61 | 2.66 | 2.66 | 23.60 | 69.19 | 23.60 | 71.34 |
| 1956 | 32.54 | 86.38 | 58.81 | 37.03 | 8.75 | 6.26 | 2.45 | 0.81 | 1.05 | 12.16 | 8.91 | 9.25 | 86.38 |
| 1957 | 8.79 | 13.17 | 30.30 | 30.19 | 13.17 | 7.00 | 1.50 | 0.60 | 0.70 | 4.10 | 11.00 | 6.91 | 30.30 |
| 1958 | 26.00 | 5.91 | 24.07 | 21.00 | SD | 7.67 | 0.99 | 0.91 | 0.56 | 9.97 | 4.86 | 2.48 | 26.00 |
| 1959 | 5.49 | 29.14 | 60.44 | 24.48 | 19.20 | 5.06 | 1.35 | 1.90 | 0.60 | 7.60 | 7.96 | 50.83 | 60.44 |
| 1960 | 13.18 | 29.86 | 18.64 | 30.60 | 22.72 | 3.54 | 0.95 | 0.77 | 1.22 | 1.25 | 6.08 | 5.30 | 30.60 |
| 1961 | 39.50 | 12.80 | 17.30 | 40.00 | 15.60 | 3.00 | 1.15 | 0.35 | 0.42 | 1.30 | 1.20 | 15.20 | 40.00 |
| 1962 | 11.50 | 47.50 | 40.90 | 38.70 | 4.00 | 1.30 | 0.52 | 0.35 | 0.40 | 1.30 | 3.80 | 1.76 | 47.50 |
| 1963 | 4.46 | 3.35 | 19.10 | 30.40 | 12.00 | 1.20 | 0.50 | 0.36 | 0.24 | 3.80 | 11.00 | 24.20 | 30.40 |
| 1964 | 23.60 | 17.08 | 19.40 | 23.10 | 8.22 | 4.50 | 1.10 | 6.20 | 2.47 | 6.75 | 28.00 | 5.04 | 28.00 |
| 1965 | 8.65 | 10.75 | 26.30 | 21.50 | 8.60 | 2.00 | 1.20 | 0.48 | 1.65 | 9.30 | 35.00 | 4.32 | 35.00 |
| 1966 | 22.65 | 5.20 | 7.85 | 7.16 | 8.78 | 2.60 | 0.70 | 0.38 | 1.80 | 70.00 | 16.50 | 5.10 | 70.00 |
| 1967 | 22.00 | 70.90 | 49.50 | 6.30 | 9.10 | 5.70 | 1.61 | 0.77 | 0.83 | 14.06 | 9.95 | 7.04 | 70.90 |
| 1968 | 5.18 | 7.80 | 13.72 | 8.28 | 6.37 | 0.65 | 0.47 | 0.89 | 7.87 | 14.92 | 15.08 | 2.52 | 15.08 |
| 1969 | 19.74 | 14.92 | 19.10 | 40.19 | 4.70 | 2.75 | 0.93 | 0.53 | 4.88 | 12.88 | 26.79 | 25.58 | 40.19 |
| 1970 | 7.89 | 9.54 | 24.20 | 16.70 | 58.30 | 5.31 | 1.84 | 1.17 | 1.94 | 32.84 | 17.68 | 38.93 | 58.30 |
| 1971 | 34.73 | 71.15 | 75.92 | 44.25 | 20.58 | 10.13 | 3.45 | 2.03 | 1.04 | 31.92 | 43.27 | 28.10 | 75.92 |
| 1972 | 10.46 | 23.81 | 46.11 | 30.53 | 22.63 | 4.33 | 1.15 | 0.81 | 5.53 | 7.87 | 12.16 | 8.92 | 46.11 |
| 1973 | 16.76 | 5.93 | 12.43 | 46.90 | 12.92 | 9.68 | 9.50 | 12.90 | 23.12 | 14.85 | 19.90 | 11.49 | 46.90 |
| 1974 | 17.68 | 42.71 | 51.19 | 8.68 | 5.95 | 2.73 | 1.49 | 1.84 | 10.30 | 23.40 | 22.20 | 15.60 | 51.19 |
| 1975 | 14.60 | 46.00 | 53.40 | 43.50 | 20.50 | 7.80 | 9.72 | 3.56 | 17.71 | 24.24 | 25.20 | 3.08 | 53.40 |
| 1976 | 39.40 | 34.10 | 45.60 | 42.99 | 13.32 | 3.15 | 0.75 | 0.43 | 0.34 | 0.76 | 1.73 | 4.95 | 45.60 |
| 1977 | 12.36 | 55.47 | 37.98 | 33.12 | 7.92 | 2.95 | 0.76 | 0.56 | 1.99 | 3.37 | 7.28 | 13.32 | 55.47 |
| 1978 | 2.82 | 2.51 | 11.69 | 15.50 | 13.43 | 4.19 | 1.24 | 0.45 | 1.54 | 1.71 | 7.76 | 13.40 | 15.50 |
| 1979 | 12.80 | 14.60 | 51.50 | 13.50 | 17.25 | 4.88 | 1.52 | 2.92 | 20.40 | 2.31 | 2.11 | 1.48 | 51.50 |
| 1980 | 3.36 | 8.28 | 9.84 | 17.70 | 2.67 | 1.93 | 0.78 | 0.52 | 0.78 | 27.68 | 33.20 | 17.60 | 33.20 |
| 1981 | 4.94 | 39.96 | 67.20 | 21.66 | 8.80 | 9.46 | 2.60 | 1.11 | 1.03 | 16.31 | 13.05 | 22.05 | 67.20 |
| 1982 | 11.40 | 29.00 | 14.61 | 55.00 | 25.88 | 8.10 | 1.69 | 0.56 | 4.22 | 30.80 | 21.32 | 28.40 | 55.00 |
| 1983 | 44.82 | 14.93 | 50.77 | 28.44 | 10.64 | 5.30 | 2.17 | 0.59 | 1.25 | 9.58 | 7.14 | 20.28 | 50.77 |
| 1984 | 9.50 | 52.80 | 66.50 | 33.03 | 27.05 | 5.50 | 4.70 | 1.96 | 3.13 | 33.50 | 22.00 | 15.40 | 66.50 |
| 1985 | 5.28 | 7.40 | 17.65 | 12.44 | 13.22 | 2.68 | 0.93 | 1.35 | 1.35 | 14.84 | 4.82 | 32.97 | 32.97 |
| 1986 | 37.36 | 69.52 | 20.00 | 48.12 | 18.00 | 9.90 | 1.35 | 1.40 | 1.50 | 10.52 | 18.30 | 21.18 | 69.52 |
| 1987 | 37.74 | 40.64 | 9.76 | 23.05 | 23.40 | 2.25 | 2.00 | 5.78 | 3.06 | 8.56 | 13.63 | 10.30 | 40.64 |
| 1988 | 23.36 | 34.17 | 24.10 | 40.68 | 15.14 | 17.36 | 2.19 | 0.73 | 4.92 | 3.37 | 28.05 | 18.12 | 40.68 |
| 1989 | 103.20 | 52.70 | 65.80 | 41.15 | 12.70 | 2.70 | 2.55 | 1.00 | 3.95 | 25.87 | 15.62 | 4.59 | 103.20 |
| 1990 | 3.31 | 64.03 | 5.99 | 26.10 | 14.55 | 10.24 | 2.50 | 1.32 | 1.22 | 17.61 | 37.62 | 14.45 | 64.03 |
| 1991 | 10.77 | 21.41 | 42.29 | 28.86 | 14.52 | 4.86 | 1.53 | 1.57 | 1.00 | 2.50 | 4.54 | 8.12 | 42.29 |
| 1992 | 15.09 | 6.14 | 10.09 | 31.01 | 7.07 | 2.69 | 1.40 | 0.58 | 9.11 | 23.40 | 9.78 | 4.58 | 31.01 |
| 1993 | 10.57 | 33.89 | 62.93 | 42.35 | 19.98 | 13.33 | 2.41 | 1.49 | 4.10 | 47.43 | 32.99 | 46.71 | 62.93 |
| 1994 | 42.31 | 30.52 | 61.25 | 57.01 | 16.89 | 4.98 | 1.75 | 1.52 | 1.54 | 1.22 | 18.30 | 27.59 | 61.25 |
| 1995 | 4.13 | 11.50 | 16.73 | 19.66 | 5.29 | 2.54 | 1.38 | 0.93 | 0.85 | 4.02 | 16.83 | 56.59 | 56.59 |
| 1996 | 32.26 | 37.71 | 29.46 | 26.55 | 9.80 | 5.27 | 2.18 | 2.76 | 2.76 | 30.19 | 8.44 | 5.40 | 37.71 |
| 1997 | 42.89 | 15.54 | 18.11 | 15.23 | 3.87 | 1.24 | SD | 0.64 | 0.54 | 1.18 | 6.57 | 44.15 | 44.15 |
| 1998 | 25.12 | 55.06 | 69.83 | 53.40 | 36.77 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 69.83 |
| 2004 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 2.20 | 0.92 | 1.62 | 13.50 | 72.97 | 33.62 | 72.97 |
| 2005 | 2.19 | 5.36 | 12.29 | 8.79 | 1.90 | 0.80 | SD | 0.50 | 1.29 | 21.60 | 6.49 | 9.61 | 21.60 |
| 2006 | 9.36 | 36.42 | 32.81 | 19.97 | 1.50 | 2.17 | 0.92 | 0.65 | 0.89 | 0.49 | 1.58 | 2.70 | 36.42 |
| 2007 | 4.77 | 2.52 | 3.52 | 4.15 | 2.29 | 1.22 | 0.21 | 0.25 | 0.49 | 1.84 | 3.90 | 1.76 | 4.77 |
| 2008 | 2.81 | 6.65 | 5.42 | SD | 1.86 | 0.93 | 0.52 | 0.35 | 2.77 | 3.22 | SD | 3.87 | 6.65 |

5.3.2 Información cartográfica

La información primaria se obtiene de las cartas nacionales, que para el presente caso, se requirió de cuatro de ellas a la escala 1:100,000, donde inicialmente se ubicó el trazo o ruta de la carretera Mamaruribamba Bajo - Rambrán, y luego se ubicaron las fuentes de agua o cursos principales, que inciden en el tramo en estudio, y las correspondientes sub – cuencas hidrográficas, lo que permitirá determinar los parámetros físicos propios del terreno, como área, longitud del curso principal, pendiente, cobertura vegetal, etc.

La información indicada, es contrastada con los trabajos de campo que se ejecutaron en la zona del proyecto.

Esta información cartográfica, más la obtenida de campo, permitirá determinar y confeccionar el plano de cuencas con la correspondiente identificación de los cursos de agua y carretera existente.

Las cartas nacionales usadas fueron las siguientes:

CUADRO N° 3

| Carta Nacional | Nombre | Escala |
|-----------------------|---------------|---------------|
| 13 f | Cutervo | 1:100,000 |
| 13 g | Lonya Grande | 1:100,000 |
| 14 f | Chota | 1:100,000 |
| 14 g | Celendín | 1:100,000 |

5.4 ANALISIS ESTADISTICO DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

La hidrología siendo una ciencia apoyada en las estadísticas y probabilidades, debe entenderse como tal, de manera que todos los valores calculados representan una posible ocurrencia, más aún, cuando los registros proporcionados por las entidades oficiales, a veces, no cuentan con la extensión suficiente o son inconsistentes.

Para realizar los cálculos necesarios que permitan obtener como resultado final los caudales de diseño, se ha recurrido a la información pluviométrica de las estaciones indicadas, las cuales tienen suficiente período de registro.

El parámetro elegido para obtener los resultados que se buscan son las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones Cutervo, Cochabamba y Cota.

Precipitación máxima en 24 horas

Como se aprecia en el Cuadro N° 01, las estaciones pluviométricas a ser analizadas tienen sus registros de precipitaciones de varios años.

Analizando la información y los datos estadísticos se pueden resaltar algunos aspectos sumamente notorios o importantes:

5.4.1 **Evaluación** de los datos de las estaciones

Los datos registrados en la estación Cutervo aparece como valor más alto en el período de registro el año 1994, en la estación Cochabamba el año 1988 y 2008; sin embargo, la estación Chota presenta como valor más alto la lluvia ocurrida en el año 1980; con lo cual notamos que durante los años de Fenómeno El Niño, las precipitaciones tuvieron bajos registros. Lo mismo ocurre en el análisis de caudales en la estación de Lajas, donde el caudal máximo se registró en el año 1947, y encontramos la misma situación de no correlación con el Fenómeno El Niño.

Esta particularidad se puede explicar, porque de acuerdo a la evaluación de la información pluviométrica, cuando ocurrió los fenómenos del Niño del 83 y del 98, el área cubierta por esas intensas lluvias, alcanzó hasta la cota 300 msnm aproximadamente en la cuenca del río Piura; sector donde se condensó y llovió la mayor parte de la nubosidad formada, conforme lo registran las estaciones bajo dichas altitudes.

El resto de nubes menos densas en su avance a niveles altos originan menores precipitaciones como se aprecia en las estaciones Cutervo, Cochabamba y Chota, ello significa que el fenómeno del Niño produce un gradiente precipitacional decreciente conforme se desplaza a niveles altitudinales más altos.

Normalmente la precipitación viene de la Sierra hacia la Costa, decreciendo en ese recorrido, confirmandose que a mayor altura mayor precipitación, pero este concepto hidrológico no se cumple con el Fenómeno del NIÑO por los cambios meteorológicos bruscos que producen.

Por consiguiente, se puede concluir por la información de las estaciones hidrometeorológicas, que el Fenómeno del Niño influye grandemente en el área que se encuentra debajo de la cota 3000 m. s. n. m., situación que se tendrá muy en cuenta al momento de diseñar las obras de arte.

5.4.2 **Consideraciones**

En el numeral anterior se indicó, que las observaciones registradas por cada una de las estaciones, presentan detalles propios de acuerdo a su ubicación geográfica, consecuentemente, se considerará la influencia de las precipitaciones sobre la carretera mediante las sub cuencas colectoras de las lluvias y formadoras de la escorrentía superficial que cruza la carretera en diversos puntos, con variados caudales.

La información de una o más estaciones pluviométricas, servirán para el cálculo de caudales de las sub cuencas, según su ubicación geográfica, sea esta al interior o cercana a la sub cuenca.

La información analizada y evaluada de cada una de las estaciones, permite asumir que la cantidad de años de registro obtenidas, es suficiente para los cálculos que se realizarán.

5.5 ANALISIS DE FRECUENCIA

Con el fin de ajustar a una serie anual de precipitación máxima diaria de las estaciones del cuadro N° 01, a una función de distribución probabilística teórica, y usando los Tiempos de Retorno, se efectuará el análisis de frecuencias empleando para ello una de las siguientes distribuciones estadísticas:

- Log normal tres parámetros
- Método de Gumbel

La función probabilística que mejor se adapta a los datos históricos en las condiciones que están actualmente en rangos muy grandes entre máximas y mínimas, es la de GUMBEL, cuya formulación matemática es:

$$P_{\max} \text{ proyectado a un tiempo de retorno} = U + 1/\alpha (w)$$

$$Y U = \bar{x} - Y_n (1/\alpha)$$

Donde:

| | |
|------------|--|
| P_{\max} | = valor a proyectarse a un Tr |
| $1/\alpha$ | = σ/σ_n : relación entre desviación típica y desviación esperada |
| Y_n | = media esperada por N observaciones |
| \bar{x} | = valor medio histórico |
| W | = variable reducida que se determina por el tiempo de retorno |
| σ | = desviación típica de la muestra poblacional |
| σ_n | = desviación esperada por N observaciones |

Utilizando los datos y resultados calculados en el cuadro N° 08 se obtiene la precipitación máxima diaria para diferentes tiempos de retorno, según la distribución seleccionada tal como se ve en el cuadro No 9, cuyos cálculos para la estación generada son:

Estación generada

$Y_n = 0.5371$ - valor en función del número de datos

$\sigma_n = 1.1159$ - igual que el anterior

$$1/\alpha = \sigma/\sigma_n = 21.52$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{17302.17}{31-1}} = 24.02$$

Obtención de la ecuación de la precipitación máxima:

$$P_{\text{máx}} = P_m - \frac{\sigma_p}{\sigma_N} (\bar{y}_N - \ln T)$$

Error! Vínculo no válido. Cálculo del caudal máximo para diferentes T: **Error! Vínculo no válido.**

Cálculo de ϕ : **Error! Vínculo no válido.**

Cálculo del intervalo de confianza:

$$\Delta Q = \pm \frac{1.14 \sigma_Q}{\sigma_N}$$

$$\Delta Q = \pm \frac{1.14 \times 24.02}{1.1159}$$

$$\Delta Q = \pm 24.53 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

Cálculo de la Precipitación de diseño:

Error! Vínculo no válido.

De acuerdo a los resultados obtenidos por estos métodos, se puede asumir que las precipitaciones proyectadas para la estación pluviométrica generada, son las que se adoptarán como precipitaciones máximas a ser utilizadas para generar los caudales de diseño, tanto para alcantarillas como en badenes y pontones, como en obras de defensa ribereña, considerando los Tiempos de Retorno indicados en el manual de diseño emitido por el MTC.

Los criterios para el Tiempo de retorno que se indican en el manual del MTC, entre otros son:

- Para el dimensionamiento hidráulico, en lo que respecta a la luz y altura de puentes, se utiliza 100 años como tiempo de retorno.
- Para cálculos de socavación y niveles máximos de agua se utiliza 500 años como tiempo de retorno.
- Para el cálculo Hidráulico de obras menores como alcantarillas y badenes, queda variando entre 50 y 25 años como tiempo de retorno, en el caso presente se tomará 25 años.

5.6 HIDROGRAFÍA

La carretera en estudio, Mamaruribamba Bajo - Rambrán, se desarrolla a través de una zona escarpada en sus 7 Kilómetros. A través de este recorrido existen múltiples quebradas intermitentes y sin una denominación conocida. Estas quebradas pequeñas que rodean a la carretera en estudio, forman parte de la cuenca del Río Chotano, en lo que corresponde a su parte media.

Cabe señalar que, de esas quebradas la que lleva agua todo el año inclusive en la época de estiaje, aunque con caudal muy pequeño, es La Tina, porque el escurrimiento lo componen afloramientos de manantes provenientes de la zona de Rambrán, principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero; durante el resto del año se le agrega la precipitación que ocurre en la zona, en consecuencia es otro factor a tener en cuenta cuando se realizan los cálculos hidráulicos correspondientes para las estructuras de pase.

A lo largo de la carretera, se ha identificado 1 quebrada y sus correspondientes subcuencas de alimentación hídrica, obviamente estas sub cuencas varían en sus respectivas áreas, originando ello que los aportes a las quebradas, en escurrimiento superficial, también varíen en sus caudales, haciendo a su vez diferente las dimensiones y tipos de estructuras que formarán parte del sistema de drenaje vial.

Las sub cuencas identificadas presentan un relieve terrestre escarpado, con variado tipo de cobertura vegetal, incluyendo las áreas agrícolas existentes con diversos cultivos, apreciándose que la agricultura desarrollada se reparte en ambos lados de la vía proyectada, con mayor incidencia en el lado aguas arriba.

Sin embargo, cabe hacer notar que conforme se avanza hacia Rambrán, las áreas agrícolas van aumentando, observándose la vegetación natural y terrenos de cultivo como cobertura preponderante.

La topografía de la cuenca del río Chotano presenta pendientes, bajas a muy pronunciadas tanto de las laderas que vierten a la quebrada como del propio cauce de las quebradas, variando ellos entre 2% y más de 25%.

Se debe mencionar que cuando ocurren las lluvias, el comportamiento hidrodinámico se manifiesta con el arrastre de materiales como lodo y piedras que provienen de las zonas deforestadas o de la erosión de las áreas agrícolas, lo cual hay que considerar cuando se diseñan las obras de arte.

5.6.1 SUB CUENCAS HIDROGRAFICAS

Utilizando la cartografía del IGN, indicadas en el cuadro N° 3, se ubicaron mediante delimitación del relieve, las sub cuencas hidrográficas involucradas con la carretera y cuyas descargas las cruzan en diversos puntos.

En el cuadro N° 4 se muestran las características fisiográficas de las sub – cuencas identificadas en la carretera Mamaruribamba Bajo - Rambrán. (Ver plano de cuencas)

En consecuencia, para el cálculo de capacidad de descarga, se tomarán en cuenta los caudales generados en esas sub cuencas.

Cuadro N° 04
Subcuencas hidrográficas

| SUBCUEN CA N° | PROGRESIVA | AREA (Km ²) | LONG. (km) | PENDIENTE (%) | TIEMPO DE CONCENTRA CION (min) |
|------------------|------------|----------------------------|---------------|------------------|--------------------------------------|
|------------------|------------|----------------------------|---------------|------------------|--------------------------------------|

| | | | | | |
|----|----------|------|------|----|----|
| 1 | 1+223.51 | 0.09 | 0.62 | 35 | 15 |
| 2 | 1+939.31 | 0.06 | 0.78 | 32 | 19 |
| 3 | 2+508.72 | 0.03 | 0.58 | 30 | 15 |
| 4 | 3+273.28 | 0.04 | 0.49 | 26 | 14 |
| 5 | 3+438.39 | 0.17 | 0.92 | 25 | 22 |
| 6 | 3+676.70 | 0.10 | 1.06 | 20 | 26 |
| 7 | 4+113.66 | 0.15 | 0.94 | 24 | 23 |
| 8 | 6+839.79 | 0.03 | 0.35 | 30 | 10 |
| 9 | 7+247.79 | 0.02 | 0.36 | 12 | 12 |
| 10 | 7+490.81 | 0.02 | 0.39 | 10 | 14 |

Entre todas las sub cuencas que tienen influencia sobre la carretera en estudio, se debe mencionar a la quebrada La Tina, como la más notoria, no solo por el tamaño de las mismas, sino por el gran caudal que generan en la época invierno.

5.6.2 CAUDALES

La estimación de caudales en los cursos hídricos involucrados comprendió dos tareas fundamentales:

- la primera consistió en determinar los caudales máximos probables que permitan comprobar la capacidad hidráulica de las estructuras y sistemas existentes, además también para el diseño de nuevas estructuras de drenaje y defensa.
- la segunda, de acuerdo a los caudales máximos calculados, se podrá estimar los niveles de erosión probables en sectores o secciones puntuales del curso hídrico comprometido, calculando a su vez los niveles máximos de agua.

En el presente caso se han observado, en los cursos hídricos, niveles significativos de arrastre de materiales, con bolonería y agradación en los cauces de quebradas ubicadas en la parte alta, a partir de la zona de Las Palmas De Tinayoc hasta Rambrán, ello se debe a que la naturaleza del suelo es de consistencia arcillo-limosa-gravosa con presencia de rocas, agregándose una pendiente muy fuerte que erosiona los taludes, propiciando que el material desprendido, sea fácilmente transportado por el flujo de agua.

Estos aspectos es necesario conocerlos, porque permite apreciar la relación entre las diversas masas de agua y sus velocidades, que determinarán la mayor o menor influencia en los procesos de socavación que pudiera producirse por acción del agua sobre los taludes que sostienen a la carretera, o sea por los caudales generados.

Caudales máximos

Los estimados de los caudales máximos fue desarrollado utilizando el método de las curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF), que considera la distribución probabilística de los caudales y su proyección según los periodos de retorno requeridos, con el cual se ha determinado las intensidades dependientes del tiempo de concentración; así se encuentra una de las variables necesarias para el cálculo de caudales de diseño para cada obra de arte a lo largo del alineamiento y está acorde con la realidad fisiográfica de las cuencas hidrográficas en estudio.

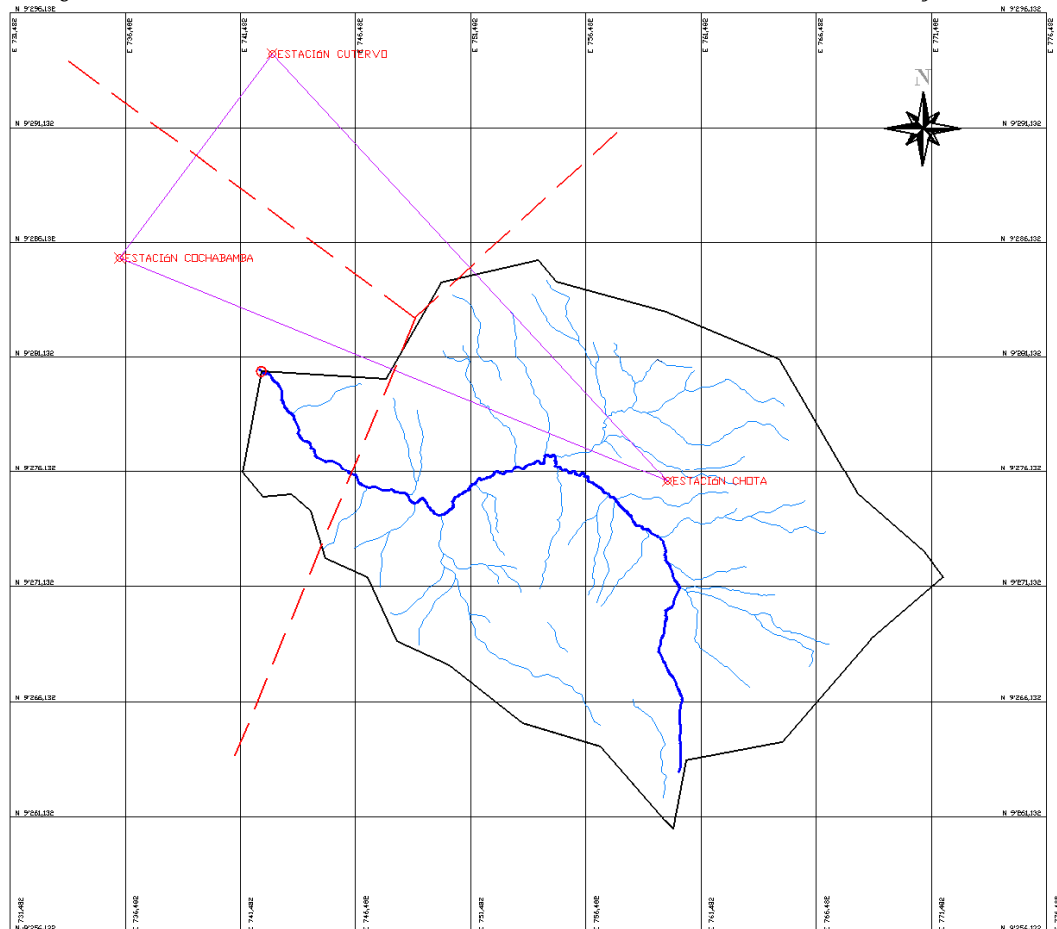
Por lo tanto, todas las sub cuencas comprometidas con la carretera serán calculadas con ese método.

Este método basa su cálculo en los niveles de precipitación las intensidades, previamente estimados, mediante análisis estadísticos, medición de las áreas de cuenca colectoras y los números de escurrimiento típicos calculados mediante las curvas IDF, para cada una de las sub cuencas componentes, según la ubicación de ellas.

El número de escurrimiento depende de la configuración topográfica, tipos de suelos, la vegetación y el uso de la tierra en la cuenca.

En la determinación de los caudales se debe conocer el tiempo de concentración (T_c) recurriéndose al método de las curvas IDF y de recurrencia probabilística para la obtención de la intensidad horaria de precipitación, porque la presencia de eventos, cuyas descargas registran caudales excepcionales, ha cambiado los niveles de probabilidad, pues entre la ocurrencia de 1980 a 1995, transcurrieron 15 años, donde se registraron lluvias muy altas en la cuenca generada mediante el polígono de Thiessen.

Imagen N° 01
Polígono de Thiessen con las Estaciones de Cutervo, Cochabamba y Chota



Fuente: Propia

El modelo matemático del US SOIL CONSERVATION para el Tiempo de concentración (t_c), parámetro necesario en el cálculo de caudales es el siguiente:

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Donde:

- Tc = tiempo de concentración en horas
 L = longitud del cauce mayor en kilómetros
 S = pendiente media del cauce mayor

Por sus ubicaciones en las sub cuencas, las estaciones pluviométricas según el cuadro No 4, intervienen en el proceso Precipitación – Escorrentía determinando los caudales a producirse en cada sub cuenca, señalando en el análisis de frecuencia la forma de aporte de cada una de ellas.

Del cuadro No 4, se puede apreciar que las precipitaciones máximas calculadas, superan las lluvias registradas por las estaciones, que tienen por objeto las proyecciones y además el margen de seguridad para obtener descargas razonables, pero no exageradas que sobredimensionen las estructuras.

En la carretera Mamaruribamba Bajo - Rambrán, el sistema de drenaje a incorporar en su totalidad son obras menores como alcantarillas de diferentes tamaños, cuyas dimensiones hidráulicas están en función de caudales con tiempos de retorno de 15 y 25 años, en consecuencia, se utilizarán las intensidades máximas de 15 y 25 años del cuadro No 4.

Para determinar los caudales por el método correspondiente, se tiene la siguiente relación lluvia máxima – sub cuenca:

- Estación Generada (tr = 15 años) - 93.62 mm/h.
- Estación Generada (tr = 25 años) - 109.93 mm/h

Con estos valores y los del tiempo de concentración, a ser aplicados en la metodología correspondiente, se calcularán las descargas correspondientes que permitirán el dimensionamiento de las estructuras hidráulicas necesarias.

Con toda la información necesaria, se ejecutarán los cálculos hidráulicos cuyos resultados permitirán conocer los caudales que inciden en la vía en estudio.

El cálculo para hallar los tiempos de concentración de la escorrentía superficial hasta la carretera, se hallarán con las curvas IDF y se calculará el de la sub cuenca N°2, como sigue:

Tiempo de concentración

Datos: Sub cuenca N° 2
 S = 0.35 m/m
 L = 0.62 Km.

$$Tc = 0.3 \frac{0.62^{0.76}}{0.35^{0.19}} = 0.255 \text{ horas}$$

De la misma manera se procede con las otras sub cuencas, reemplazando los valores del cuadro No 4 en la fórmula y hallando el resto de los tiempos de concentración, cuyos resultados se aprecian en el mismo cuadro No 11, convertidos a minutos.

El método a emplearse en el cálculo de los caudales máximos, es el método racional, el cual supone que la máxima esorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de esta es igual al tiempo de concentración (tc). Cuando así ocurre toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida. (Villón 2002). Las intensidades máximas fueron obtenidas mediante métodos estadísticos, y debido a la información de precipitaciones diarias se utilizan los factores de corrección encontrados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC. Teniendo áreas menores al límite establecido en el método racional (13 Km²) no tenemos inconvenientes debido a las cortas áreas de las subcuencas encontradas.

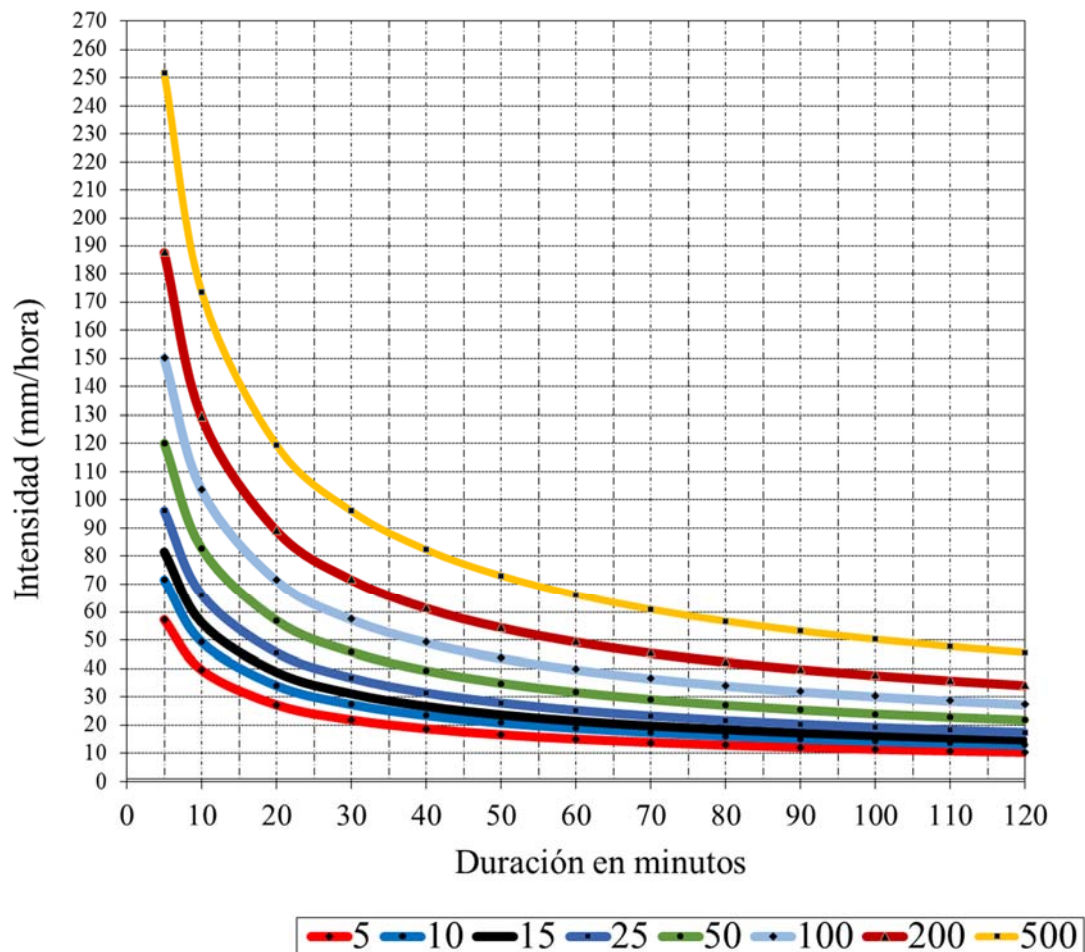
Básicamente las curvas IDF resumen el análisis estadístico realizado para la obtención de precipitaciones que posteriormente se convierten a intensidades, generando un modelo matemático:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

| | |
|----|--------|
| K= | 81.060 |
| m= | 0.322 |
| n= | 0.538 |

Cuadro N°05 **Error! Vínculo no válido.**

Curva Intensidad-Duración-Frecuencia Estación Generada para cuenca Chotano



Donde:

- I = intensidad en Km^2
- T = periodo de retorno en años
- t = duración de la precipitación en min
- k = constante
- m, n = coeficientes X

Luego el caudal de diseño es: $Q = 0.278CIA$

Donde: **¡Error! Vínculo no válido.**

Con este método se procede a calcular los caudales correspondientes a las sub cuencas involucradas con la carretera. Como ejemplo tomaremos la sub cuenca N° 2:

Los cálculos son:

Sub cuenca (N° 2):

| | | |
|-----------------------|---|----------------------|
| Área de la sub cuenca | = | 0.09 Km ² |
| Pendiente | = | 0.35 m/m |
| Longitud | = | 0.62 Km. |
| Tc | = | 0.25 horas |
| | = | 15 min. |

Calculando mediante las curvas IDF:

Intensidad Máxima:

Intensidad para Tr = 15 = 45.16 mm/h

Intensidad para Tr = 25 = 53.22 mm/h

Caudal máximo:

Qmáx para Tr = 15 = 0.50 m³/s

Qmáx para Tr = 25 = 0.59 m³/s

Siguiendo el mismo procedimiento se hacen los cálculos para las otras sub cuencas, mostrándose los resultados en el cuadro N° 06 y 07.

Como se mencionó en párrafo anterior, el método racional, supone que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de esta es igual al tiempo de concentración (tc). Cuando así ocurre toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida y ello hace que los caudales obtenidos sean más aproximados a la realidad.

Cuadro N° 06 **Error! Vínculo no válido.**

Cuadro N° 07
CAUDALES MÁXIMOS PARA Tr DE 25 AÑOS

| SUBCUENCA N° | AREA (Km ²) | TIEMPO DE CONCENTRACION (min) | COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA | INTENSIDAD (mm/h) | CAUDAL = 0.278*CIA (m ³ /s) |
|--------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|--|
| 1 | 0.09 | 15 | 0.45 | 53.22 | 0.60 |
| 2 | 0.06 | 19 | 0.45 | 46.87 | 0.35 |
| 3 | 0.03 | 15 | 0.45 | 53.22 | 0.20 |
| 4 | 0.04 | 14 | 0.45 | 55.23 | 0.28 |
| 5 | 0.17 | 22 | 0.45 | 43.31 | 0.92 |
| 6 | 0.1 | 26 | 0.45 | 39.59 | 0.50 |
| 7 | 0.15 | 23 | 0.45 | 42.29 | 0.79 |
| 8 | 0.03 | 10 | 0.45 | 66.19 | 0.25 |
| 9 | 0.02 | 12 | 0.45 | 60.00 | 0.15 |
| 10 | 0.02 | 14 | 0.45 | 55.23 | 0.14 |

De acuerdo a los cuadros N° 06 y 07, los caudales generados en cada subcuenca, tienen relación directa con las obras de arte comprendidas en el tramo de vía correspondiente, proponiendo en cierta manera las medidas de las mismas y el número de ellas, sean estas alcantarillas y puentes.

5.7 OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS

El sistema de drenaje planteado para la carretera en estudio, cuenta con obras de arte tipo marco y TMC estructuradas adecuadamente, además de cunetas de sección hidráulica triangular instaladas de concreto.

Existen actualmente cruces de agua sobre el camino de herradura, donde se puede apreciar los niveles de estabilidad o erosión del suelo, que no presenta inconvenientes durante periodos de lluvias intensas.

Asimismo, las de TMC con dimensiones especificadas en las hojas de cálculo y detalles, están construidas algunas con alerones y cabezales, pero otras solamente con piedra pircada y ninguna otra protección.

Sin embargo, todas las alcantarillas tienen como longitud el ancho de la calzada proyectada, que varía entre 4 y 5.5 metros.

Obras de drenaje

A lo largo de la carretera Mamaruribamba Bajo - Rambrán, se propone implementar las obras de drenaje necesarios, tanto transversales como longitudinales, conformando el sistema de drenaje de la vía mencionada.

- Drenaje superficial

Este drenaje considera las alcantarillas, cunetas y 1 puente. En cuadro aparte se muestran las alcantarillas necesarias proyectadas para la vía.

- Drenaje sub superficial

De acuerdo a los trabajos de excavaciones realizados, los sondajes ejecutados a lo largo de la vía no muestran niveles freáticos activos.

5.7.1 Alcantarillas

Estas estructuras, tanto las de desfogue como las de descarga directa, tienen la función principal en todo el sistema de drenaje, pues se encargan de evacuar toda el agua de lluvia transformada como escorrentía superficial en todo el recorrido de la carretera, consecuentemente, la sección hidráulica tiene relación directa con el agua colectada en las cunetas y también con el material de arrastre grueso y fino proveniente de su propio cauce que es siempre el que define la mayor dimensión.

El espaciamiento de las alcantarillas está determinado, por la ubicación de las pequeñas y medianas quebradas o cursos de agua que se encargan de evacuar, las cuales están a diversas distancias; asimismo las estructuras proyectadas, se ubicarán en las quebradas o cárcavas restantes, igualmente ubicadas a diversas distancias. Sin embargo, las alcantarillas existentes y proyectadas que se encuentren separadas por longitudes muy grandes, se complementarán con alcantarillas de alivio, cuyo distanciamiento no excederá de 300 metros.

El aporte del caudal que conducen las cunetas, se puede calcular con el siguiente criterio:

- Se toma 40 m de talud aguas arriba de la cuneta, porque al ser final de talud, generalmente la gradiente que presenta, acumula el agua escurrida de la parte alta.
- Se considera 300 m en promedio como separación entre alcantarillas
- El tiempo de retorno tomado para el diseño de cunetas será de 15 años, se utiliza 133.43 mm/h (cuadro 06)
- Se toma 5m de calzada.
- Se considera la precipitación y separación de alcantarillas igual al anterior

Luego:

$$0.278 \times 0.45 \times 133.43 \text{ mm/h} \times 0.012 = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sumando ambos resultados, se tiene el caudal total de aporte de las cunetas a la alcantarilla.

$$0.50 + 0.20 = 0.70 \text{ m}^3/\text{s}$$

El aporte total a la alcantarilla sería el doble, 1.40 m³/s, en condiciones de contrapendiente, ello indica que la dimensión mínima debe permitir pasar este caudal.

5.7.2 Cunetas

Estas estructuras se propone proyectarlas, a lo largo de toda la carretera a un lado dependiendo del bombeo y del talud de corte o natural en el alineamiento.

Las cunetas propuestas son de sección hidráulica triangular revestida con piedra emboquillada. Las medidas son de 0.80 m de luz por 0.40 m de altura hidráulica. Los detalles del diseño se muestran en los planos respectivos.

Las cunetas irán ubicadas en ambos lados del eje de la vía proyectada, debido a que la sección de diseño de la estructura de pavimento presenta pendiente hacia ambos lados (a dos aguas).

5.7.3 Capacidad de descarga de los puentes

Una vez determinado los caudales máximos por los métodos Log Normal de tres parámetros y Gumbel, y tomando como base los datos de caudales en la estación de Lajas, obtenidos de la ANA se procederá a calcular la capacidad de descarga de la estructura que salva el río Chotano, considerando su ubicación actual, este análisis permitirá conocer si los puentes funcionan bien, Hidráulicamente. Esta verificación se ejecutará considerando la ubicación actual y las características tanto topográficas como hidráulicas.

Se empezará calculando la capacidad del **puente proyectado Mamaruribamba Bajo**, sobre la quebrada del río Chotano, ubicada en el Km. 0+015 de la carretera Mamaruribamba Bajo – Rambrán.

Puente Mamaruribamba Bajo

De acuerdo con la información hidrométrica de caudales desde el año 1937, se hizo la configuración probabilística para la determinación de caudales de diseño, los resultados obtenidos en el puente son los siguientes:

$$Q = 183.35 \text{ m}^3/\text{s} (T_R = 100 \text{ años})$$

5.8 FOTOS

Fotografía N° 01: Ubicación de la alcantarilla proyectada N° 06, Km: 3+273.28.



Fuente: Propia.

**Fotografía N° 02: Ubicación del puente proyectado
Mamaruribamba Bajo, Km: 0+015**



Fuente: Propia.

ANEXO N°06: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| INTRODUCCION | 302 |
| 1 BASE LEGAL | 303 |
| 2 ESTUDIO DE LÍNEA BASE: | 307 |
| 3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL..... | 325 |
| 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 337 |
| 5 BIBLIOGRAFÍA..... | 338 |

INTRODUCCIÓN

El estudio de impacto ambiental, es un proceso que predice en que forma la ejecución de un proyecto puede afectar al medio ambiente. - Este proceso utiliza una secuencia lógica que nos permite definir mediante un análisis las medidas y gestión que es necesario tomar en consideración para evitar una situación ambientalmente adversa.

El objetivo general de la evaluación de impacto ambiental es identificar, evaluar y describir los potenciales impactos ambientales que pueden ocasionar la obras y sobre esta base proponer las medidas adecuadas para evitar o mitigar los impactos adversos, así mismo para fortalecer los impactos positivos, logrando de esta manera que la construcción y funcionamiento de las obras en referencia se realice en armonía con la conservación del ambiente.

Las actividades ejecutadas durante el horizonte de vida útil del proyecto de inversión pública pueden producir efectos positivos o negativos en el medio ambiente o sobre los recursos naturales de la zona.

6.1 BASE LEGAL

6.1.1 Constitución Política del Perú

La mayor norma legal de nuestro país, es la Constitución Política (1993), que resalta entre los derechos esenciales de la persona humana, el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida. Igualmente, en el Título III del Régimen Económico, Capítulo II del Ambiente y los Recursos Naturales (Artículos 66° al 69°), señala que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación. Asimismo, promueve el uso sostenible de los recursos naturales. También, indica que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológicas y de las áreas naturales protegidas.

La Constitución protege el derecho de propiedad y así lo garantiza el Estado, pues a nadie puede privarse de su propiedad (Art. 70o). Sin embargo, cuando se requiere desarrollar proyectos de interés nacional, declarados por Ley, éstos podrán expropiar propiedades para su ejecución; para lo cual, se deberá indemnizar previamente a las personas y/o familias que resulten afectadas.

6.1.2 Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada

Esta ley fue promulgada mediante Decreto Legislativo No 757 del 08-11-91, posterior al Código del Medio Ambiente, modifica sustancialmente varios artículos de éste, con la finalidad de armonizar las inversiones privadas, el desarrollo socio económico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.

En el Título VI: De la Seguridad Jurídica en la Conservación del Medio Ambiente, dice: Artículo 49o. El Estado estimula el equilibrio racional entre el desarrollo socioeconómico, la conservación del ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales, garantizando la debida seguridad jurídica a los inversionistas mediante el establecimiento de normas claras de protección del medio ambiente.

Artículo 50o. Las autoridades sectoriales competentes para conocer sobre los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones del Código del Medio ambiente y los Recursos Naturales son los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a los Gobiernos Regionales y Locales, conforme a lo dispuesto en la Constitución Política.

Artículo 51o. La autoridad sectorial competente, determinará las actividades que por su riesgo ambiental pudieran exceder de los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del medio ambiente, de tal modo que requerirán necesariamente la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, previo al desarrollo de dichas actividades.

6.1.3 Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Ley N° 26821)

Esta Ley Orgánica norma el régimen de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en tanto constituyen patrimonio de la Nación, estableciendo sus condiciones y las modalidades de otorgamiento a particulares, en cumplimiento del mandato contenido en los artículos 66o y 67° del Capítulo II del Título III de la Constitución Política del Perú y en concordancia con lo establecido en el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y los convenios internacionales ratificados por el Perú.

Tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana.

En los artículos 5º, 28º y 29º se define que:

Artículo 5º.- Los ciudadanos tienen derecho a ser informados y a participar en la definición y adopción de políticas relacionadas con la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Se les reconoce el derecho de formular peticiones y promover iniciativas de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes, de conformidad con la ley de la materia.

Artículo 28º.- Los recursos naturales deben aprovecharse en forma sostenible. El aprovechamiento sostenible implica el manejo racional de los recursos naturales teniendo en cuenta su capacidad de renovación, evitando su sobreexplotación y reponiéndolos cualitativa y cuantitativamente, de ser el caso.

El aprovechamiento sostenible de los recursos no renovables consiste en la explotación eficiente de los mismos, bajo el principio de sustitución de valores o beneficios reales, evitando o mitigando el impacto negativo sobre otros recursos del entorno y del ambiente.

Artículo 29º.- Las condiciones del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, por parte del titular de un derecho de aprovechamiento, sin perjuicio de lo dispuesto en las leyes especiales, son:

- a. Utilizar el recurso natural, de acuerdo al título del derecho, para los fines que fueron otorgados, garantizando el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales.
- b. Cumplir con las obligaciones dispuestas por la legislación especial correspondiente.
- c. Cumplir con los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental y los Planes de Manejo de los recursos naturales establecidos por la legislación sobre la materia.
- d. Cumplir con la retribución económica correspondiente, de acuerdo a las modalidades establecidas en las leyes especiales.
- e. Mantener al día el derecho de vigencia, definido de acuerdo a las normas legales pertinentes.

6.1.4 Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N°26786).

El Artículo 1º modifica el Artículo 51º de la “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada” (D.L. 757) y señala que el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), deberá ser comunicado por las autoridades sectoriales competentes sobre las actividades a desarrollarse en su sector, que, por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, y que obligatoriamente deberán presentar EIA.

Esta ley indica, además, que con opinión favorable del CONAM (ahora Ministerio del Ambiente), las actividades y límites máximos permisibles de Impacto Ambiental Acumulado, serán aprobados por el Consejo de Ministros, mediante Decreto Supremo.

El Artículo 2º, modifica el primer párrafo del Artículo 52º del Decreto Legislativo N° 757, y establece que, en casos de peligro grave o inminente

para el medio ambiente, la Autoridad Sectorial Competente para efectos de poder disponer de la adopción de cualquiera de las medidas señaladas en los incisos a) y b), del artículo modificadorio, lo hará con conocimiento del MINAM

6.1.5 Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338

Indica la prohibición de verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas, causando daños o poniendo en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la fauna o flora. Asimismo, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados hasta alcanzar los límites permisibles.

6.1.6 Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 27446)

La presente Ley tiene por finalidad:

La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión.

El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.

El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental

En su artículo 2° indica que quedan comprendidos en esta Ley todos aquellos proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos.

6.1.7 Ley N° 26737,

Que regula la explotación de materiales que acarrear y depositan aguas en sus alvéolos o cauces. D.S. N° 013-97-AG

En su Artículo 1o decreta la aprobación del Reglamento de la Ley No 26737, que regula la explotación de los materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces, el cual consta de cinco (5) capítulos, quince (15) artículos, tres (3) disposiciones complementarias y una (1) disposición transitoria. Siendo importante este Reglamento a continuación mencionaremos algunos de sus Artículos:

Artículo 2o y 3o. Se entiende por: Materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces: a los minerales depositados en los cauces que se utilizan para fines de construcción, tales como los limos, arcillas, arenas, grava, guijarros, cantos rodados, bloques o bolones, entre otros.

Autoridad de Aguas: La Dirección General de Aguas y Suelos del Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA (Autoridad de Flora y Fauna Silvestre). La cual en el Artículo 4o indica que es la única facultada para otorgar los permisos de extracción de los materiales, priorizando las zonas de extracción en el cauce, previa evaluación efectuada por el Administrador Técnico de Distrito de Riego correspondiente.

Estos permisos antes mencionados son otorgados en cauces o álveos naturales. Es prohibido su otorgamiento en cauces o depósitos artificiales de agua tales como canales, reservorios, vasos de almacenamiento, entre otros.

Cada permiso de extracción tiene validez por el plazo máximo de un (1) año como lo señala en su Artículo 10. Decreto Supremo N° 037-96-EM Normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura que desarrolla el Estado. (28/10/96)

Las normas declaran el interés nacional que las obras de infraestructura que vienen ejecutando distintas entidades públicas del Estado, cuenten con la provisión adecuada de materiales que permitan su ejecución tanto en aquellas obras que realiza directamente como en las que efectúa por contrata, en tal sentido el artículo 1 declara que las canteras de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de obras de infraestructura que desarrollan las entidades del Estado directamente o por contrata, ubicadas dentro de un radio de veinte kilómetros de la obra, o dentro de una distancia de hasta seis kilómetros medidos a cada lado del eje longitudinal de las obras, se afectarán a éstas durante su ejecución y formarán parte integrante de dicha infraestructura.

6.1.8 Decreto Supremo N° 011-93-TCC.

Declara que las canteras de minerales no metálicos de materiales de construcción ubicadas al lado de las carreteras en mantenimiento se encuentran afectadas a éstas. (16/04/93)

En el cual en su Artículo 1o se declara que las canteras de minerales no metálicos de materiales de construcción utilizados exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de las carreteras de la Red Vial Nacional, que se encuentren ubicados dentro de una distancia de hasta 3 kilómetros medidas a cada lado del eje de las carreteras, se encuentran permanentemente afectados a éstas y forman parte integrante de dicha infraestructura vial.

Asimismo el Artículo 2o manifiesta que en caso de petitorios mineros de sustancias de sustancias no metálicos de materiales de construcción, cuyas cuadrículas comprendan las canteras a que se refiere el Artículo 1o de este Decreto Supremo, deberá darse cumplimiento al trámite establecido en el Artículo 22o del Decreto Supremo No 018-92- EM, solicitando el Informe correspondiente al MTC, éste señalará en su informe la ubicación gráfica y en coordenadas UTM de la Carta Nacional en que se encuentran ubicados las canteras que forman parte integrante de la infraestructura vial.

6.1.9 Resolución Ministerial N° 188-97- EM/VMM

Establece requisitos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de actividades de explotación de canteras de materiales de construcción. (16/05/97)

Se han propuesto un conjunto de normas complementarias para la explotación de canteras de materiales de construcción; es así que en la Resolución Ministerial en su artículo 1° norma que, para el inicio o reinicio de las actividades de explotación de canteras de materiales de construcción, el titular del derecho minero deberá presentar previamente a la Dirección General de Minería, para su aprobación, los 10 requisitos indispensables que se mencionan.

En su artículo 2° se indica que el diseño de los tajos para la explotación de materiales de construcción se efectuará tomando las consideraciones que el artículo señala.

6.1.10 Ley de Residuos Sólidos, Ley N° 27314, del 21 de Julio del 2000

Señala en su primer artículo “que la ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria, y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana”.

Sobre el ámbito de aplicación de la presente ley, en el artículo 2 se señala que será en las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos desde la generación hasta su disposición final.

6.2 ESTUDIO DE LÍNEA BASE:

6.2.1 Marco legal

6.2.1.1 Objetivos y Alcances

La Línea Base Ambiental tiene como objetivo, realizar un diagnóstico de las condiciones ambientales en las que se encuentra el área de estudio antes del inicio del Proyecto “**DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC – RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016**”.

En este capítulo se describen los componentes físicos, biológicos y sociales, identificando aquellos más sensibles que podrían resultar alterados y/o beneficiados, por el desarrollo de las actividades del proyecto.

6.2.2 Ubicación

El Proyecto se ubica en el distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, y geográficamente se encuentra ubicado en la parte central de la provincia, en la región andina norte del Perú. Su capital se encuentra en el cerro del Ilucan a 2,388 msnm y a 170 Km al norte de Cajamarca.

Figura N° 01: Ubicación del Proyecto



Fuente: Gerencia Subregional Cutervo.

El área del proyecto se encuentra ubicada entre las ciudades de Cochabamba y Lajas, punto a partir del cual mediante la proyección de un puente de 30 metros aproximadamente, se da inicio a ruta de la carretera que vinculará los caseríos de Mamaruribamba Bajo, Las Palmas De Tinyayoc y Rambrán, siendo este último el punto final que delimita el proyecto. En el Cuadro N° 01, se observa las coordenadas en UTM (DATUM WGS 84) de la ubicación de los vértices del área del proyecto.

Cuadro N° 1: Coordenadas de ubicación de los puntos que enmarcan el proyecto

| Puntos del pabellón | Coordenadas UTM (Sistema WGS 84) | |
|---------------------|-------------------------------------|------------|
| | Norte | Este |
| 1 | 9276342,35 | 761793,78 |
| 2 | 9276370,24 | 761798,67 |
| 3 | 9276345,18 | 761831,61 |
| 4 | 9276347,92 | 7611817,00 |

Fuente: Propia

6.2.3 Acceso

Para arribar a Cutervo desde Lima, se puede utilizar la vía terrestre hacia Chiclayo por un tiempo de 12 horas, y de Chiclayo hasta Mamaruribamba Bajo 5.5 horas en promedio, en la época de invierno estos tiempos pueden extenderse debido a que las carreteras sufren interrupciones.

6.2.4 Área de influencia

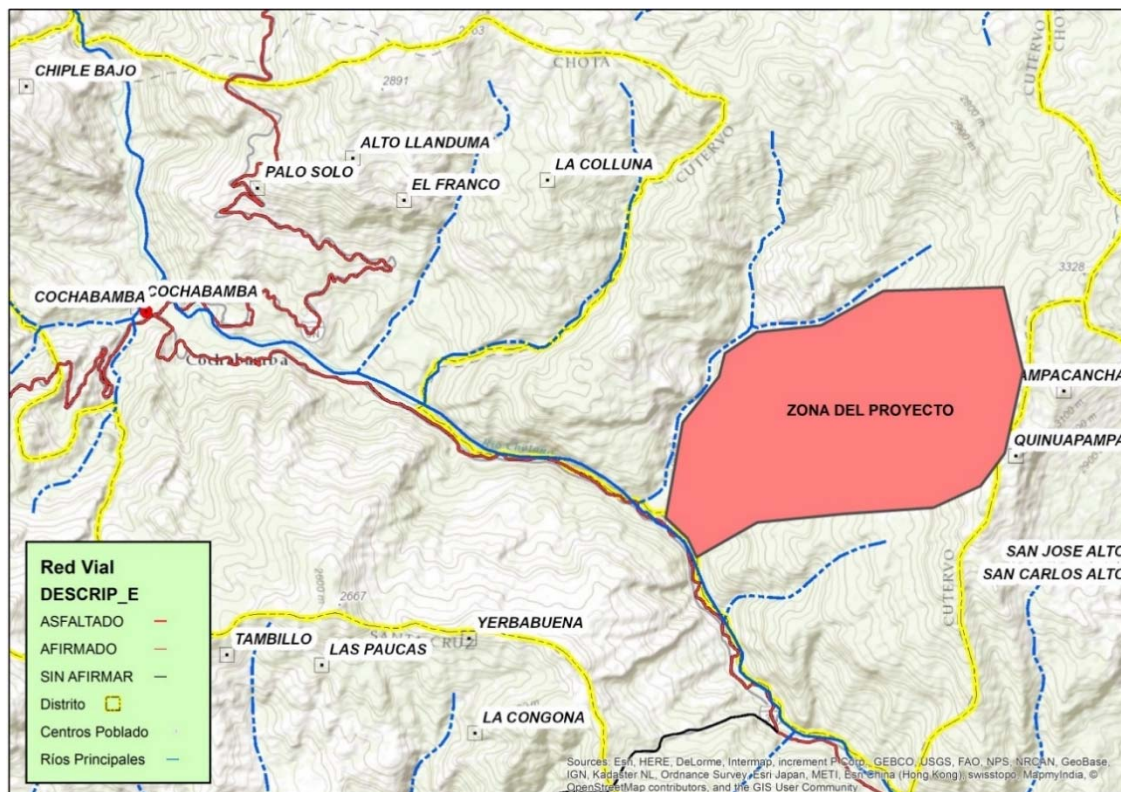
6.2.4.1 Área de Influencia Directa

El área de influencia, está considerada por el espacio comprometido de forma inmediata por las actividades del proyecto, es decir, donde los impactos ambientales y sociales se presentarán de manera directa y con mayor intensidad. Para el presente proyecto, el área de influencia directa será la misma área efectiva delimitada por los puntos que enmarcan el proyecto.

Área de Influencia Indirecta

Esta área, comprende las zonas de influencia a las actividades del proyecto, con probabilidad a ser impactadas a corto o mediano plazo, considerando como mecanismo de transporte de contaminantes en este caso al aire. Se ha establecido como área de influencia indirecta la que involucra los límites que enmarcan el proyecto de la carretera y las ciudades de Cochabamba y Lajas, tal como se muestra en la figura N°02.

Figura N° 02: Área de influencia del proyecto.



Fuente: Propia

6.3 Características ecológicas / regionales

6.3.1 Características Regionales

Javier Pulgar Vidal (1996), realizó estudios basándose en características ambientales y en especial la percepción de los antiguos pobladores del Perú y el uso del suelo; estableciendo un sistema de Ocho (8) regiones naturales.

De las 8 regiones naturales, la zona de interés para el proyecto pertenece a la región quechua la cual se ubica entre los 2300 - 3500 m.s.n.m. en los Andes Peruanos, esta zona se caracteriza por presentar un clima sumamente variado, desde templado a templado frío dependiendo de la altitud, latitud, y época del año.

6.3.2 Características Eco regionales

De acuerdo al mapa de ecorregiones presentado por Antonio Brack, la zona del proyecto corresponde a la ecorregión Puna, la cual se caracteriza por poseer un clima muy duro, caracterizado por grandes variaciones de temperatura: frío intenso en las noches y calor durante el día. Cuenta con una temporada de lluvias, conocida como «invierno» en la sierra, que se inicia en diciembre y se prolonga hasta marzo, aunque fuera de ella no son poco comunes los aguaceros.

Figura N° 03: Mapa de Ecorregiones (Brack 1982)



Fuente: Cuarto Informe nacional Sobre el Convenio de Diversidad Biológica, 2006-2009.

6.3.3 Zonas de vida

En el mapa ecológico del Perú, elaborado por la ex Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) el ámbito en el cual se desarrollará el proyecto se encuentra en la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT), la cual se describe a continuación (ver Figura N°3-03):

Bosque húmedo montano bajo tropical (bh - MBT)

a) Extensión y ubicación

Se encuentra en el mapa con el símbolo representada bh - MBT y abarca una extensión superficial de 107,000 Ha., equivalente al 19.5% del área total, y se encuentra a los 2800 metros de altitud.

b) Clima

La precipitación total anual promedio de varios años se encuentra entre los rangos de 1000 a 2000 mm, la biotemperatura media anual entre 13 y 17°C y la relación de evapotranspiración potencial entre 0.50 y 1.00, lo que determina una fisonomía húmeda. De acuerdo al balance hídrico realizado por la estación de Cutervo, la condición de humedad en el suelo presenta un periodo seco que se inicia en los primeros días de julio y concluye en los

primeros días de octubre, época en la cual la humedad almacenada en el suelo está por debajo del punto de tensión (51mm), siendo húmedo el resto del año.

c) Potencial agropecuario

El bosque húmedo - montano bajo tropical ofrece un clima bastante favorable para la agricultura y ganadería, así como para la producción de maderas y para el establecimiento humano. En los terrenos de poco declive, se concentra la producción de papa hortalizas y maíz. Aquí se encuentra la mayor parte de áreas dedicadas a la actividad ganadera para la producción lechera.

d) Vegetación y suelos

Se encuentran bosques en lugares poco accesibles y alejados, constituidos principalmente por las siguientes especies de fuste recto que, muchas veces, llegan a formar rodales puros: aliso (*Alnus jorullensis*), palo blanco (*Celtis iguanea*), carapacho (*Weinmannia* spp.), moenas, llamadas localmente robles (*Ocotea* sp. y *Nectandra* sp.), choloque (*Sapindus saponaria*), chilca (*Bacharis* spp.) sacuara (*Cortaderia rudiola*), zarza (*Rubus roseus*), sauce (*Salix* sp.)

Los suelos profundos permanecen húmedos entre 8 y 10 meses en 1 año, es decir, se setiembre hasta junio, aproximadamente, y los de poca profundidad de 5 a 6 meses. La profundidad varía con el grado de pendiente y el carácter de la roca madre, son de reacción generalmente ácida.

Mapa topográfico de la zona de BAMBAMARCA, Perú, que muestra la "Área del proyecto (bh-MBT)" en un color rosa. El mapa incluye ríos como el Río Cutervo, Río Chotano y Río de Las Yungas, y localidades como CUTERVO, CHOTA, BAMBAMARCA y CHALAN. Se indican también elevaciones como 2649, 2396 y 2532 metros.

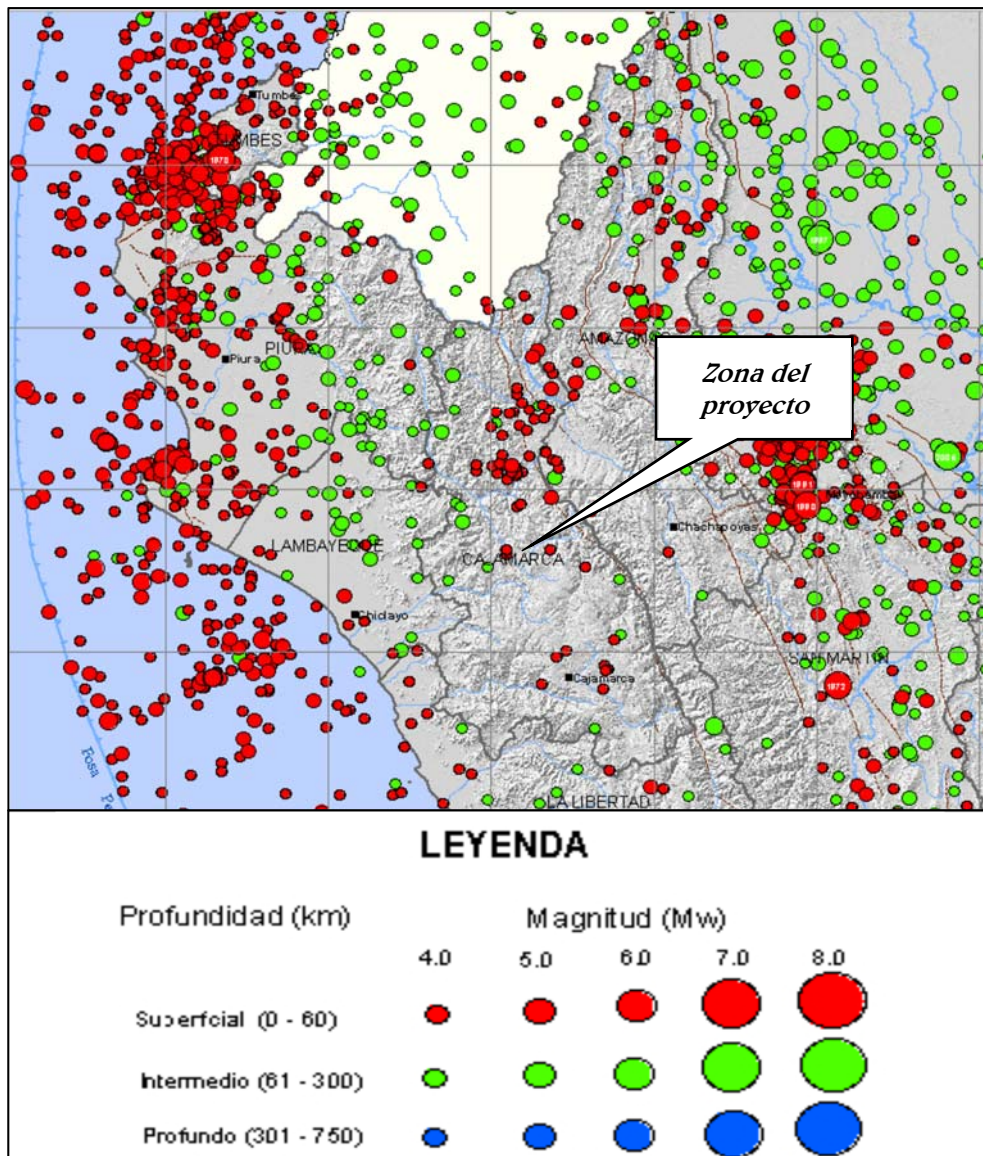
Fuente: Mapa Ecológico del Perú

6.3.4 Sismicidad

A nivel mundial, el Perú es uno de los países con mayor potencial sísmico, debido al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. La placa de Nazca se desplaza a una velocidad de 8-10 cm/año en dirección NE (DeMets et al 1990), está considerada como una de las placas de mayor velocidad del mundo, debido a este movimiento es que se origina la fricción de ambas placas produciendo los sismos de mayor magnitud con relativa frecuencia y la deformación interna de las placas.

Sin embargo, en la zona correspondiente al presente proyecto no se han registrado eventos sísmicos de regular o alta intensidad, por el contrario, solo han ocurrido sismos de tipo superficial con una intensidad máxima de 4.0 grados de magnitud. Por lo tanto, nos encontramos en una zona de baja sismicidad, pudiendo esto ser verificado en la figura N° 05 mostrado a continuación.

Figura N° 05: Mapa de Sismicidad del Perú- Cutervo



Fuente: Instituto Geofísico del Perú.

6.3.5 Característica Bioclimática

De acuerdo a la clasificación de Thorthwaite (1949), la zona donde se desarrollará el proyecto se encuentra dentro del predominio del tipo climático B(o,i) B'3 H3 que se caracteriza por ser un tipo de clima lluvioso, seco en otoño e invierno, semifrío y húmedo.

Características:

- Zona de clima lluvioso,
- Carácter de la vegetación: bosque
- Precipitación a través del año: invierno y otoño seco
- Temperatura calificada: meso termal con clima semifrío
- Humedad relativa calificada como húmeda (65% a 84%)

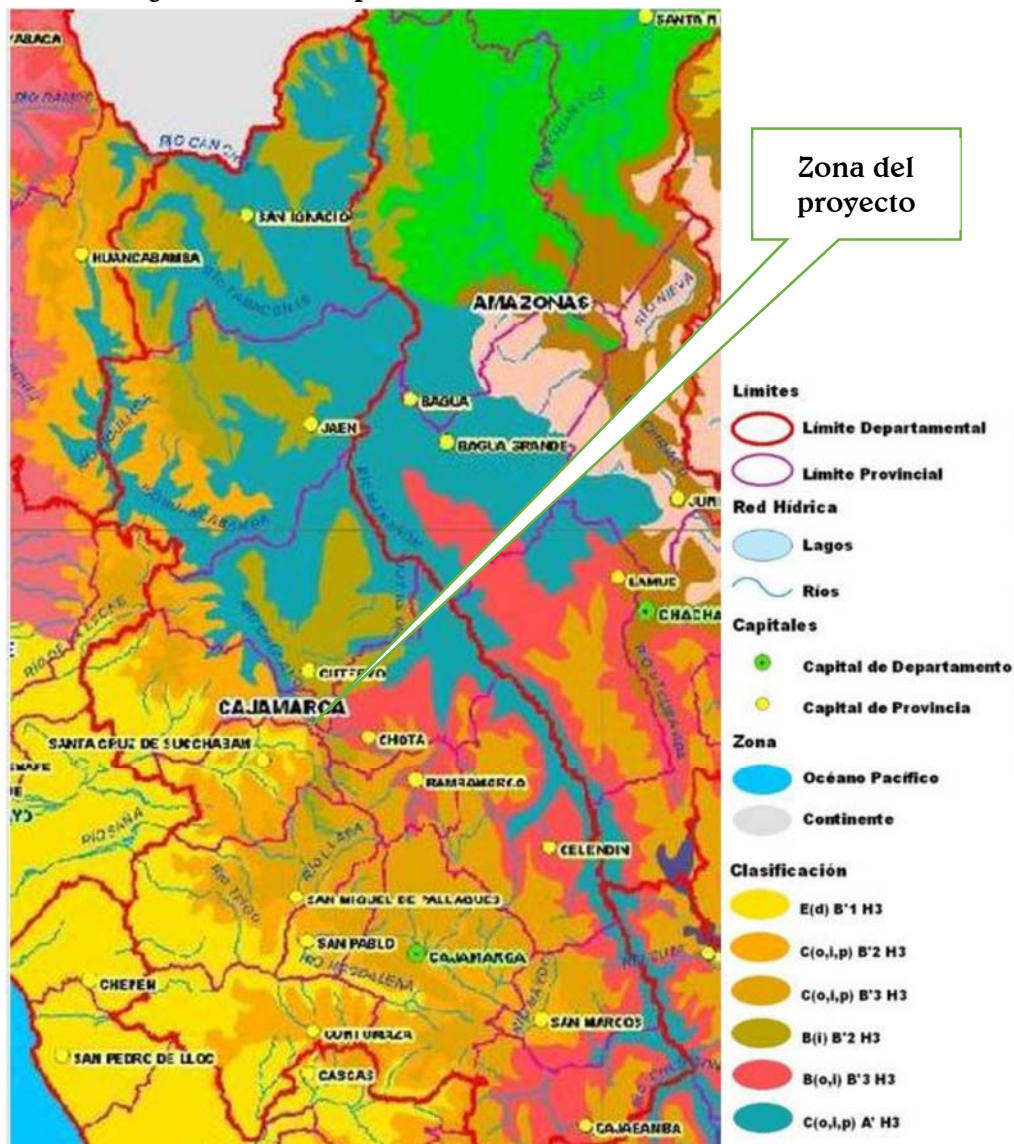
6.4 Parámetros climáticos

Los parámetros climáticos son influenciados por diversos factores, entre los que destacan: los pisos altitudinales, la cordillera de los Andes, el anticiclón del Pacífico Sur Oriental y la corriente fría de Humboldt, entre otros.

Una revisión del registro histórico de la estación meteorológica ha permitido recoger datos con respecto al clima y meteorología existente en el área de estudio.

En el cuadro que se muestra a continuación, se presentan los datos de las estaciones meteorológicas cuyos registros han sido empleados para el desarrollo de este estudio.

Figura N° 06: Mapa de Clasificación Climática - Cutervo



Fuente: SENAMHI Cajamarca.

Cuadro N° 02: Estaciones Meteorológicas

| Estación | Latitud | Longitud | Altitud | Ubicación Política | Período de registro |
|---------------|-----------|------------------|---------|--------------------|---------------------|
| 000303 | 6°32' 51" | 78°38' 56.04" | 2426 | Cutervo | 2008-2017 |
| Región | | Provincia | | Distrito | |
| Cajamarca | | Cutervo | | Cutervo | |

Fuente: SENAMHI Cajamarca.

6.4.1 Precipitación

Para la evaluación de este parámetro se ha utilizado los registros de precipitaciones mensuales de la estación Lajas (período 2008-2017), observándose que las precipitaciones son muy escasas durante la mayor parte del año, siendo la máxima precipitación total por año (año normal) de mm registrada en la estación, como se observa en la Cuadro N° 03, que presenta la última data disponible de la estación meteorológica Lajas.

Cuadro N° 03: Datos meteorológicos de la zona del proyecto

| Estación : CHOTANO LAJAS , Tipo Convencional - Meteorológica | | | |
|--|--------------------|------------------------|------------------|
| Departamento : CAJAMARCA | | Provincia : CHOTA | Distrito : LAJAS |
| Latitud : 6° 33' 35" | | Longitud : 78° 44' 54" | Altitud : 2163.4 |
| | | Ir : 2017-03 ▾ | |
| Día/mes/año | Precipitacion (mm) | | |
| | 07 | 19 | |
| 01-Mar-2017 | 1 | 19.8 | |
| 02-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 03-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 04-Mar-2017 | 2.5 | 0 | |
| 05-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 06-Mar-2017 | 0 | 8.5 | |
| 07-Mar-2017 | 0 | 16.8 | |
| 08-Mar-2017 | 25 | 0 | |
| 09-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 10-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 11-Mar-2017 | 23.2 | 0 | |
| 12-Mar-2017 | 0 | 4.3 | |
| 13-Mar-2017 | 26.2 | 8.5 | |
| 14-Mar-2017 | 14.3 | 2 | |
| 15-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 16-Mar-2017 | 0 | 1.9 | |
| 17-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 18-Mar-2017 | 0 | 8.5 | |
| 19-Mar-2017 | 4.9 | 9.6 | |
| 20-Mar-2017 | 0 | 6.5 | |
| 21-Mar-2017 | 0 | 0 | |
| 22-Mar-2017 | 0 | 9.1 | |
| 23-Mar-2017 | 22.9 | 3.5 | |
| 24-Mar-2017 | 0 | 3.4 | |
| 25-Mar-2017 | 1 | 0 | |
| 26-Mar-2017 | 12.6 | 3.4 | |
| 27-Mar-2017 | 1.2 | 12.5 | |
| 28-Mar-2017 | 0 | 6.5 | |
| 29-Mar-2017 | 0 | 3 | |
| 30-Mar-2017 | 1.8 | 9.4 | |
| 31-Mar-2017 | 0 | 12.6 | |

Fuente: SENAMHI Cajamarca

6.4.2 Temperatura

La temperatura media fluctúa entre los 11 °C y los 17 °C. La temperatura promedio es de 17.8°C, tal como lo presenta el Cuadro N° 3-08.

6.4.3 Humedad relativa

Los pronósticos meteorológicos muestran que la humedad relativa en la zona del proyecto fluctúa entre 74% y el 93%.

6.4.4 Velocidad y dirección del viento

Los pronósticos meteorológicos muestran la velocidad y dirección del viento en la zona del proyecto varían entre 5 y 10 km/h, prevaleciendo la dirección noreste.

6.5 Aspectos físicos

6.5.1 Tipo de suelo

El relieve del distrito de Cutervo es un poco accidentado, teniendo en cuenta las altitudes que comprenden los pisos ecológicos (Regiones Naturales), su territorio corresponde a la yunga fluvial, sin embargo, por las características que presenta su floresta, su clima, sus plantas y animales, se considera dentro de la región QUICHUA.

6.6 Aspecto biológico

6.6.1 Fauna

La fauna silvestre es cada vez más escasa, por la caza indiscriminada y porque la deforestación ha desaparecido los bosques, de forma tal que los animales silvestres ya no tienen de que alimentarse, donde anidar o donde refugiarse. En las pequeñas áreas boscosas, que aún quedan es posible encontrar *paujiles, iguanas, lagartijas, zorros, venados, osos hormigueros, osos de anteojos, vizcachas, armadillos, zorrillos y otras especies*.

En las partes altas de las montañas es posible aún encontrar cóndores y águilas y en algunos lugares de topografía accidentada muy difícil, es posible encontrar pumas. Muchas especies de animales silvestres, de hábitat de bosques, han ido extinguiéndose de las montañas de los Andes, por la depredación de que han sido objeto. Igualmente se han extinguido muchas especies de aves, que ya no encuentran donde anidar y de que alimentarse, aunque es posible aún encontrar dispersas algunas *pavas de monte, búhos, gavilanes, chilala, golondrinas, loros, paloma turca, colibríes, santa rosa, perdices, zorzal, liclic, huanchaco, tordos y otras*.

6.6.2 Flora

El territorio de Cutervo ha sufrido por décadas una deforestación muy fuerte, hasta hace pocos años se talaban bosques para explotar madera irracionalmente, para usos en construcción y para hacer carbón y leña, para luego comercializarlos en la ciudad de Cajamarca. Esta actividad ha disminuido en los últimos años, pero aún persiste esta práctica. A pesar del alto grado de deforestación del territorio, todavía quedan algunas pequeñas áreas boscosas, principalmente en las divisorias de cuencas y nacientes de ríos. Uno de los Bosques de Protección conocidos es el de Pagaibamba, con una superficie de 2,078 has.

En sitios húmedos se encuentran variedades de *cascarilla*, *pumapara*, *helecho gigante*, *palmer*, *cedro*, etc. En las orillas de ríos y riachuelos se encuentran *sauces*, *pájaro bobo*, *cola de caballo* y otros. En las pampas o laderas de pocas pendientes de las regiones naturales de quechua y Jalca se encuentran especies herbáceas como el *huaite* o *ichu*, la grama, la cebadilla, etc. En los lugares semidesérticos que se presentan en las dos regiones naturales de Yungas (fluvial y marítima) hay diversas especies de *cactus*, *el pajuro*, *el ceibo* o *tunsho*, *la achupalla* y otras.

En los últimos años se han desarrollado algunas acciones de reforestación dispersas en todo el territorio. Algunas instituciones del Estado, Municipalidades y Organismos No Gubernamentales han promovido la siembra de eucaliptos, pinos, cedros, algarrobos, sauces, abetos, ishpingos y otras especies maderables. Hay lugares donde se observan los árboles adultos de estas acciones de reforestación, pero aún es mínimo. Las especies forestales nativas maderables y frutales deben dirigir nuestra atención para considerar programas de reforestación con estas especies propias de estos lugares.

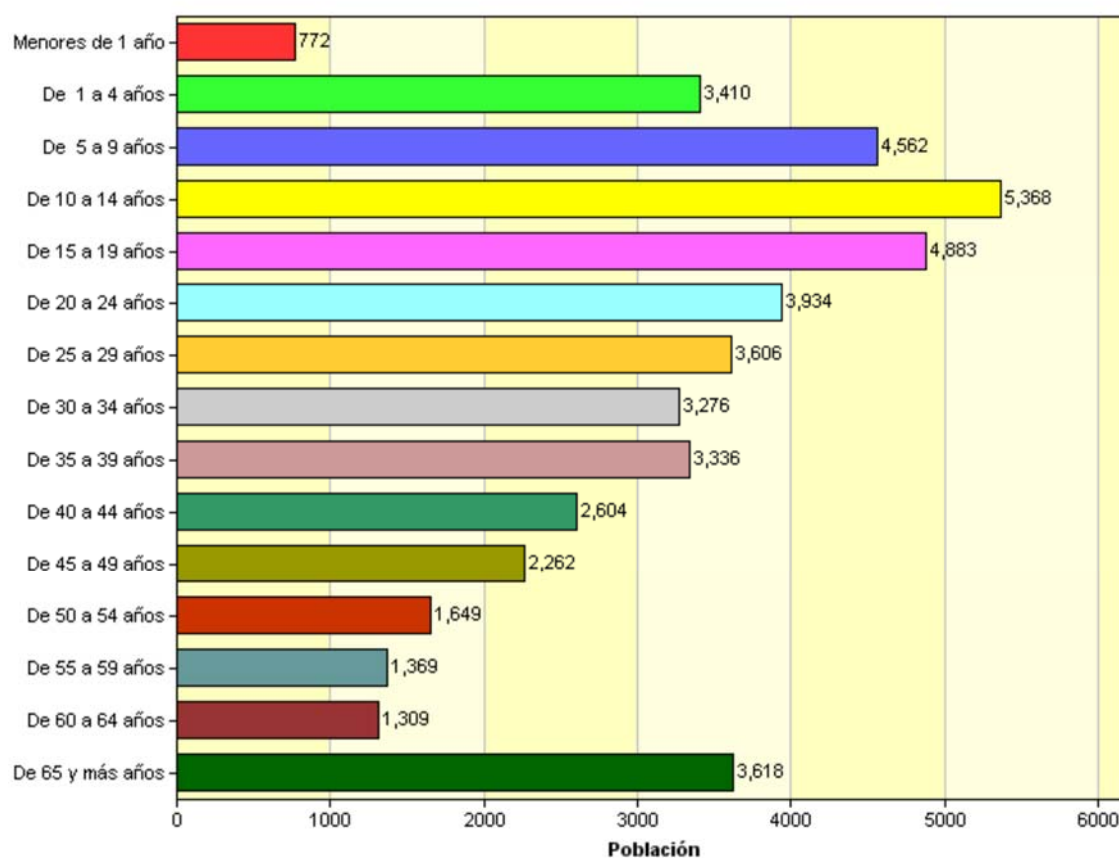
6.7 Aspecto socioeconómico

6.7.1 Metodología

A continuación, desarrollaremos la línea base social, para lo cual emplearemos una metodología gráfica, a través de cuadros estadísticos actualizados que presentan una imagen más completa de las diferentes variables sociales que el proyecto involucra.

6.7.2 Demografía

Gráfico N° 01: Población Total por Grupos de Edad



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Se observa que en la zona del proyecto prevalece la población de entre los 10 a 14 años de edad, seguidos de los de 15 a 19 años y de 5 a 9 años de edad respectivamente, con lo cual se puede concluir que en la zona del proyecto la mayoría de la población circundante es gente joven.

Cuadro N° 04: Población total, por grandes grupos de edad

| DEPARTAMENTO, PROVINCIA, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y TIPO DE VIVIENDA | TOTAL | GRANDES GRUPOS DE EDAD | | | | | |
|---|--------------|------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | MENOS DE 1 AÑO | 1 A 14 AÑOS | 15 A 29 AÑOS | 30 A 44 AÑOS | 45 A 64 AÑOS | 65 A MÁS AÑOS |
| Distrito CHOTA (000) | 45958 | 772 | 13340 | 12423 | 9216 | 6589 | 3618 |
| Hombres (001) | 21243 | 389 | 6680 | 5538 | 4050 | 2915 | 1671 |
| Mujeres (002) | 24715 | 383 | 6660 | 6885 | 5166 | 3674 | 1947 |
| Viviendas particulares (003) | 45555 | 769 | 13316 | 12304 | 9078 | 6483 | 3605 |
| Hombres (004) | 20970 | 387 | 6671 | 5459 | 3948 | 2842 | 1663 |
| Mujeres (005) | 24585 | 382 | 6645 | 6845 | 5130 | 3641 | 1942 |
| Viviendas colectivas (006) | 359 | 3 | 20 | 115 | 126 | 87 | 8 |
| Hombres (007) | 241 | 2 | 6 | 78 | 93 | 57 | 5 |
| Mujeres (008) | 118 | 1 | 14 | 37 | 33 | 30 | 3 |
| Otro tipo (009) | 44 | | 4 | 4 | 12 | 19 | 5 |
| Hombres (010) | 32 | | 3 | 1 | 9 | 16 | 3 |
| Mujeres (011) | 12 | | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| URBANA (012) | 16531 | 276 | 4336 | 4615 | 3765 | 2578 | 961 |
| Hombres (013) | 7919 | 137 | 2170 | 2072 | 1777 | 1279 | 484 |
| Mujeres (014) | 8612 | 139 | 2166 | 2543 | 1988 | 1299 | 477 |
| Viviendas particulares (015) | 16128 | 273 | 4312 | 4496 | 3627 | 2472 | 948 |
| Hombres (016) | 7646 | 135 | 2161 | 1993 | 1675 | 1206 | 476 |
| Mujeres (017) | 8482 | 138 | 2151 | 2503 | 1952 | 1266 | 472 |
| Viviendas colectivas (018) | 359 | 3 | 20 | 115 | 126 | 87 | 8 |
| Hombres (019) | 241 | 2 | 6 | 78 | 93 | 57 | 5 |
| Mujeres (020) | 118 | 1 | 14 | 37 | 33 | 30 | 3 |
| Otro tipo (021) | 44 | | 4 | 4 | 12 | 19 | 5 |
| Hombres (022) | 32 | | 3 | 1 | 9 | 16 | 3 |
| Mujeres (023) | 12 | | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| RURAL (024) | 29427 | 496 | 9004 | 7808 | 5451 | 4011 | 2657 |
| Hombres (025) | 13324 | 252 | 4510 | 3466 | 2273 | 1636 | 1187 |
| Mujeres (026) | 16103 | 244 | 4494 | 4342 | 3178 | 2375 | 1470 |
| Viviendas particulares (027) | 29427 | 496 | 9004 | 7808 | 5451 | 4011 | 2657 |
| Hombres (028) | 13324 | 252 | 4510 | 3466 | 2273 | 1636 | 1187 |
| Mujeres (029) | 16103 | 244 | 4494 | 4342 | 3178 | 2375 | 1470 |

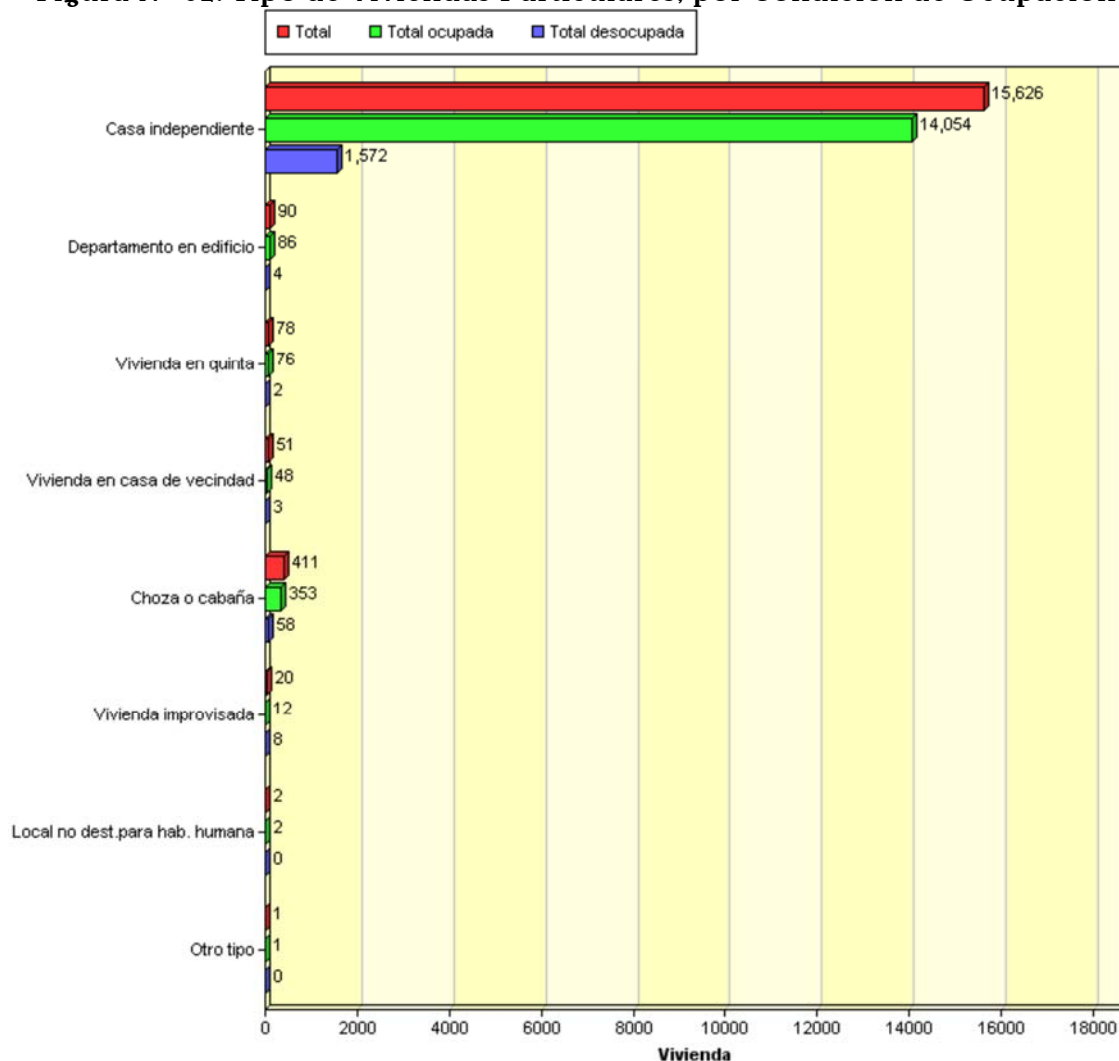
Cuadro N° 05: Población total, en viviendas particulares

| DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL Y TIPO DE VIVIENDA PARTICULAR | TOTAL | GRANDES GRUPOS DE EDAD | | | | | |
|--|--------------|------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | MENOS DE 1 AÑO | 1 A 14 AÑOS | 15 A 29 AÑOS | 30 A 44 AÑOS | 45 A 64 AÑOS | 65 A MÁS AÑOS |
| Distrito CHOTA (000) | 45555 | 769 | 13316 | 12304 | 9078 | 6483 | 3605 |
| Casa independiente (001) | 43969 | 740 | 12809 | 11872 | 8771 | 6276 | 3501 |
| Departamento en edificio (002) | 243 | 8 | 71 | 79 | 63 | 17 | 5 |
| Vivienda en quinta (003) | 236 | 4 | 66 | 87 | 47 | 24 | 8 |
| Vivienda en casa de vecindad (004) | 158 | 2 | 51 | 47 | 40 | 12 | 6 |
| Chozo o cabaña (005) | 942 | 15 | 317 | 219 | 152 | 154 | 85 |
| Vivienda improvisada (006) | 1 | | | | 1 | | |
| Local no destinado para hab.humana (007) | 5 | | 2 | | 3 | | |
| Otro tipo (008) | 1 | | | | 1 | | |
| URBANA (009) | 16128 | 273 | 4312 | 4496 | 3627 | 2472 | 948 |
| Casa independiente (010) | 15484 | 259 | 4122 | 4283 | 3472 | 2419 | 929 |
| Departamento en edificio (011) | 243 | 8 | 71 | 79 | 63 | 17 | 5 |
| Vivienda en quinta (012) | 236 | 4 | 66 | 87 | 47 | 24 | 8 |
| Vivienda en casa de vecindad (013) | 158 | 2 | 51 | 47 | 40 | 12 | 6 |
| Vivienda improvisada (015) | 1 | | | | 1 | | |
| Local no destinado para hab.humana (016) | 5 | | 2 | | 3 | | |
| Otro tipo (017) | 1 | | | | 1 | | |
| RURAL (018) | 29427 | 496 | 9004 | 7808 | 5451 | 4011 | 2657 |
| Casa independiente (019) | 28485 | 481 | 8687 | 7589 | 5299 | 3857 | 2572 |
| Chozo o cabaña (023) | 942 | 15 | 317 | 219 | 152 | 154 | 85 |

6.7.3 Servicios básicos

6.7.3.1 Vivienda

Figura N° 02: Tipo de Viviendas Particulares, por Condición de Ocupación

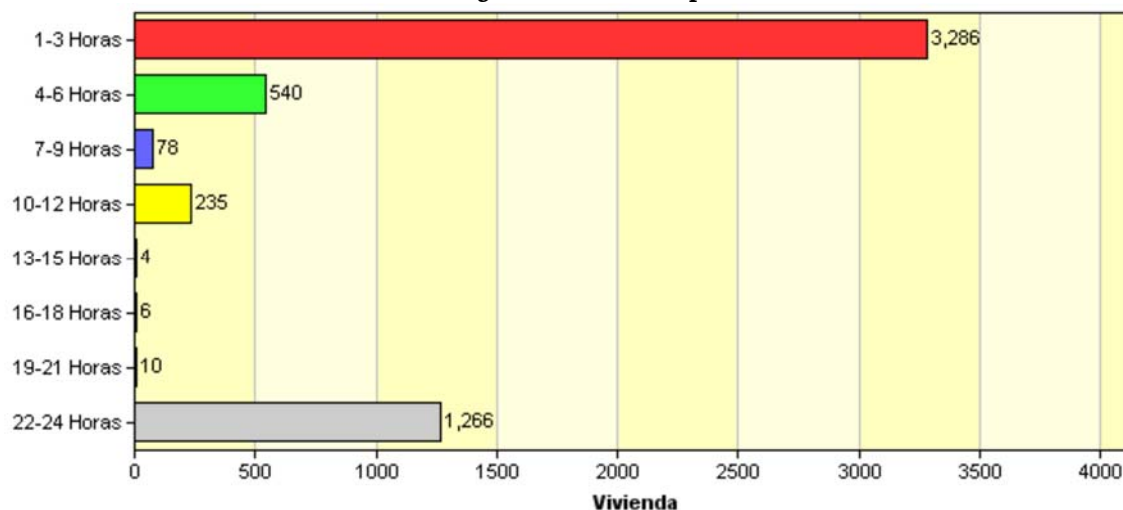


Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Se puede visualizar que la gran mayoría de la población de la zona del proyecto tiene una casa propia independiente, algo que es bastante típico en los poblados de la Sierra de nuestro país.

6.7.3.2 Agua

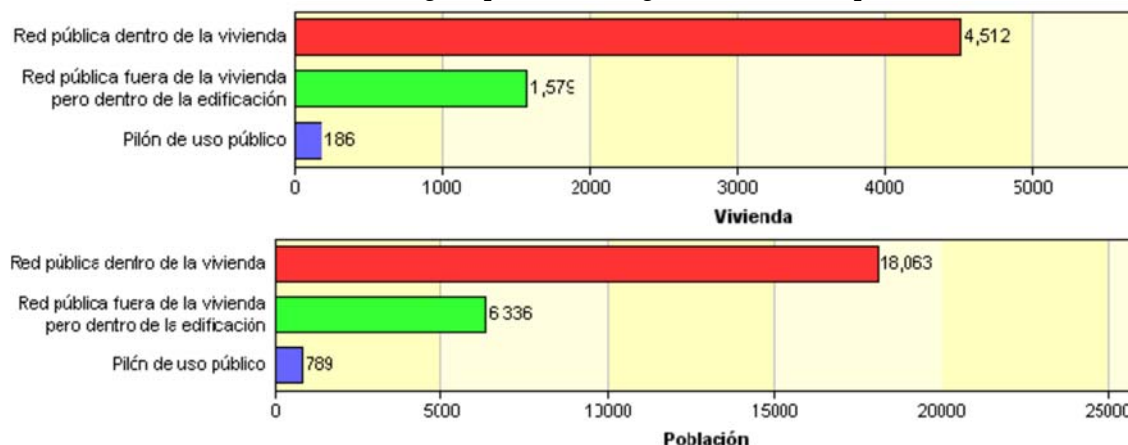
Figura N° 03: Viviendas Particulares con ocupantes presentes que sí disponen del Servicio de Agua Potable todos los Días de la Semana, por Número de Horas al día, según Viviendas particulares.



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Se puede notar que el servicio de agua potable es escaso pues gran parte de la población de Cutervo solo puede contar con el servicio de 1 a 3 horas diarias. Sin embargo, hay q resaltar también que un buen número de hogares cuentan con el servicio las 24 horas del día.

Figura N° 04: viviendas particulares con ocupantes presentes, por tipo de abastecimiento de agua potable, según Viviendas particulares

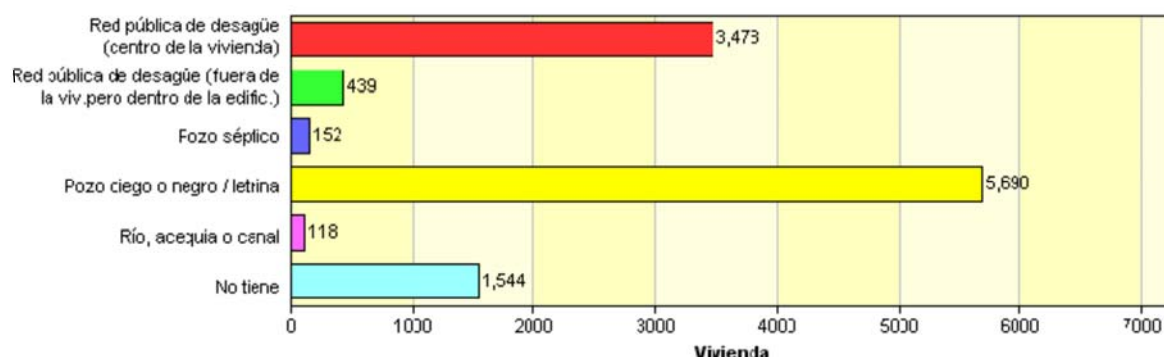


Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Se puede notar además que la mayor parte del agua de la población proviene de red pública dentro de la vivienda, mientras que en menor cantidad viene de red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación o de pilón de uso público.

6.7.3.3 Desagüe

Figura N° 05: viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de servicio higiénico en la vivienda, según Viviendas particulares

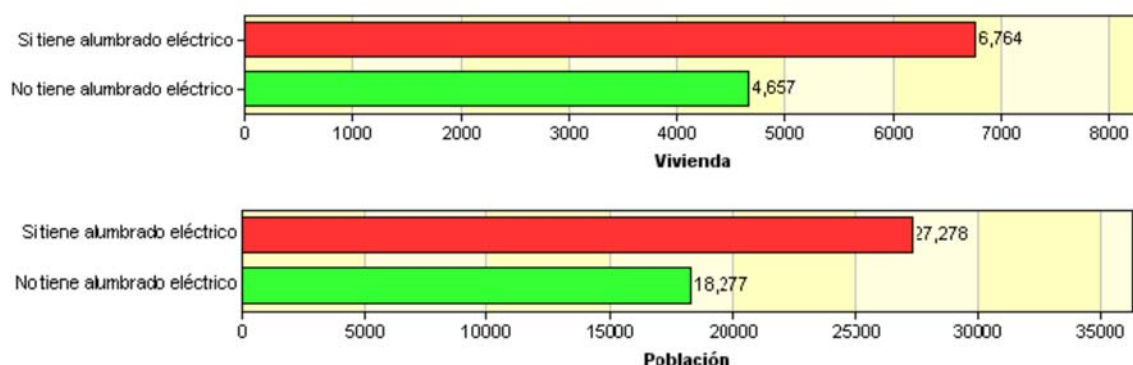


Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Podemos notar que dentro de la población de Cutervo prevalece el pozo ciego o letrina como sistema de desagüe doméstico, prevaleciendo por encima del desagüe de la red pública. Esto da a conocer que falta por mejorar aún las condiciones de saneamiento en la zona del proyecto.

6.7.3.4 Luz eléctrica

Figura N° 06: viviendas particulares con ocupantes presentes, por disponibilidad de alumbrado eléctrico Viviendas particulares



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Podemos visualizar que en el distrito de Cutervo prevalece la disponibilidad de alumbrado eléctrico, sin embargo, gran parte también de la población carece del servicio, lo cual es una realidad alarmante.

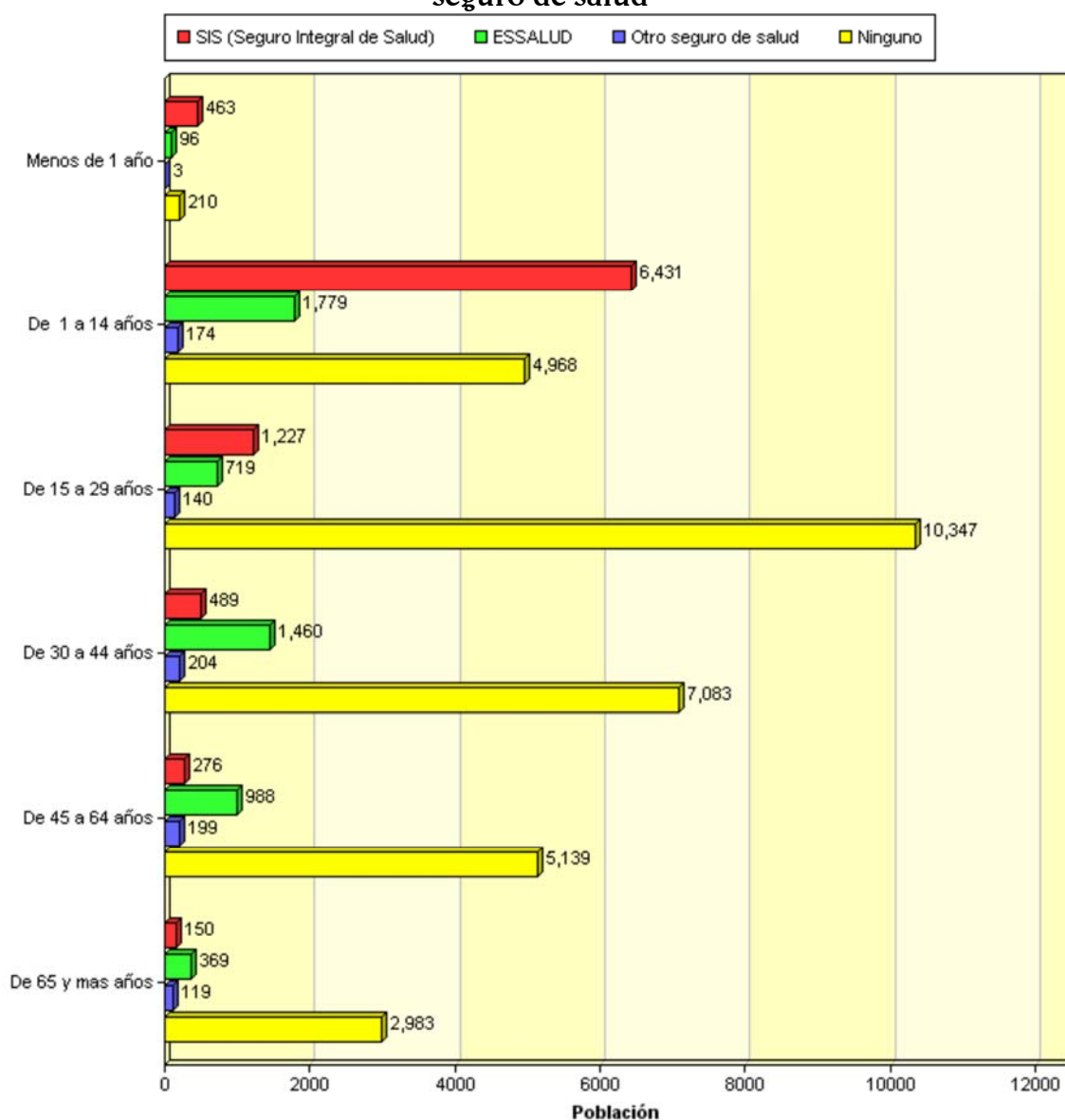
6.7.3.5 Transporte y comunicaciones

El vehículo público más usado en la ciudad es la mototaxi o motocarro. Es un medio de transporte económico y muchas unidades dan servicio a toda la ciudad e incluso hasta algunas localidades cercanas. También hay autobuses y camionetas rurales que llevan a los caseríos más cercanos, pero son escasos.

6.7.4 Servicios sociales

6.7.4.1 Salud

Figura N° 07: Población total, por grupos de edad y afiliación a algún tipo de seguro de salud

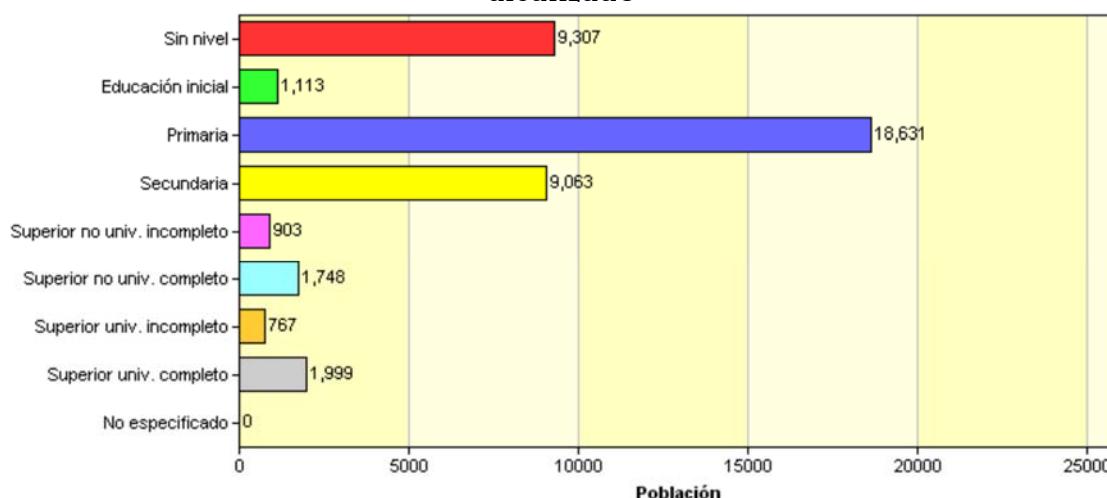


Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Se puede observar que únicamente los niños de entre 1 y 14 años gozan de un seguro integral de salud en su gran mayoría, realidad que no comparte la mayoría de la población de Cutervo. Es importante notar que a partir de los 15 años en adelante se observa que las personas no cuentan con un servicio de salud adecuado, lo cual representa un problema social a tratar con suma urgencia.

6.7.4.2 Educación

Figura N° 08: población de 3 y más años de edad, por nivel educativo alcanzado

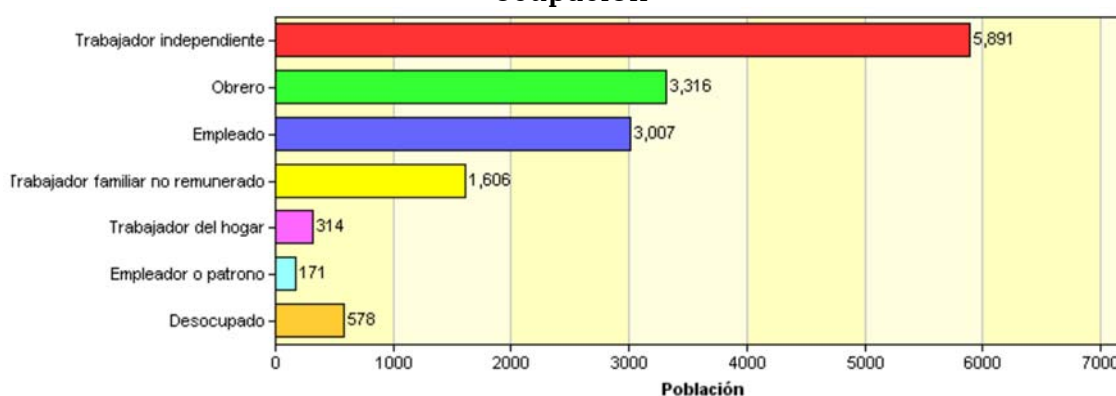


Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Este cuadro nos brinda varios alcances en cuanto al nivel educativo de la población de Cutervo. Podemos notar que prevalecen las personas únicamente con nivel primario como su nivel educativo, seguido de una cantidad similar de personas que no cuentan con educación previa y las que cuentan con secundaria completa. Las personas con estudios superiores son una cantidad pequeña, por lo que el desarrollo del presente proyecto podrá favorecer hacia la mejora del nivel educativo de la zona del proyecto.

6.7.5 Actividad económica

Figura N° 09: población ocupada de 6 y más años de edad, por categoría de ocupación

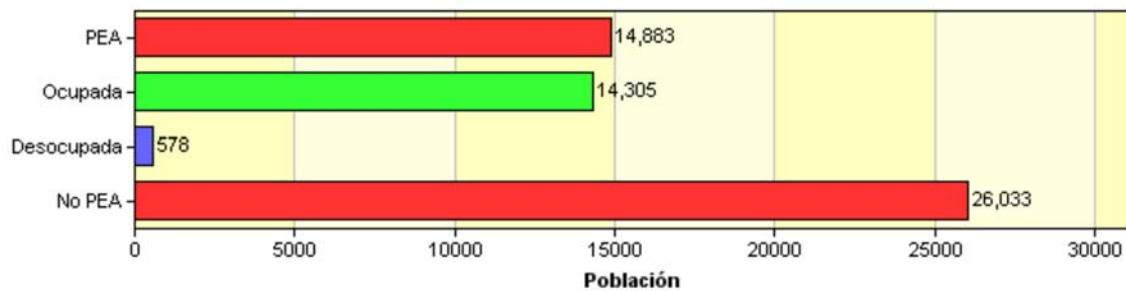


Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Podemos notar que la mayoría de la población del distrito prefiere trabajar como independiente a trabajar como obrero o empleado. Esta es la ocupación que prevalece en el distrito.

6.7.6 Nivel de vida

Figura N° 10: población de 6 y más años de edad, por condición de actividad económica



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática.

Se observa que prevalece en cantidad la población no PEA en la zona del proyecto. Esta realidad hace pensar que se necesitan desarrollar más proyectos en dicha zona, lo que contribuya a aumentar el nivel de vida y condición económica de los pobladores.

6.8 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

6.8.1 Identificación y evaluación de los impactos ambientales

La determinación de impactos ambientales y la implantación de las medidas de mitigación inherentes, corresponde al análisis de las condiciones en las que se va a llevar a cabo el proyecto, los impactos ambientales causados y las medidas de mitigación deberán sumarse a los impactos causados por la construcción de la carretera.

Se realizará el análisis de la interrelación entre los elementos del medio ambiente y las acciones del proyecto, los primeros susceptibles de ser afectados y los otros capaces de generar impactos, con la finalidad de identificar los posibles impactos y procede a su evaluación y descripción final. La identificación evaluación de impactos ambientales, es la parte fundamental del presente estudio, pues constituye la base para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, en el cual se plantearán las medidas que permitirán prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales negativos y potenciar los impactos positivos, para la conservación y protección del medio ambiente.

Luego de haber realizado la descripción de las características ambientales en la Línea Base Ambiental, y un análisis de las principales Características del Proyecto, se procede a la identificación de los posibles impactos ambientales, cuya ocurrencia tendría lugar por la ejecución del proyecto en mención. Vale decir, que este es un proceso esencialmente predictivo, por lo tanto: a priori. Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se ha considerado conveniente la utilización del sistema matricial, para lo cual se ha hecho uso de la Matriz de Leopold, que es la primera y más conocida de las matrices causa – efecto, que fue desarrollada en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos de América del Norte para la evaluación de impactos ambientales de una mina de fosfatos en California y que desde entonces se ha utilizado y se utiliza en los estudios de impacto ambiental. (Garmendia et al 2010, 216)

Que consiste en colocar en las columnas el listado de acciones o actividades involucradas durante el desarrollo del proyecto que pueden alterar el

ambiente, y sobre sus filas se coloca el listado relacionado con los factores, componentes y atributos del ambiente que pueden ser afectados por el proyecto, y en cada una de las celdas de interacción se analizan los impactos en función del tipo (positivos o negativos) y del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida (positivo).

Figura 11: Acciones vs factores ambientales

| OBRA: "DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016" | | | | | |
|---|----------|--|--|--|--|
| FACTORES AMBIENTALES | ACCIONES | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Figura 12: Escalas de valoración para matriz de Leopold

| MAGNITUD | VALOR |
|-----------------------|-------|
| Muy Baja Magnitud | ± 1 |
| Baja Magnitud | ± 2 |
| Mínima Magnitud | ± 3 |
| Regular Magnitud | ± 4 |
| Mediana Magnitud | ± 5 |
| Buena Magnitud | ± 6 |
| Considerable Magnitud | ± 7 |
| Alta Magnitud | ± 8 |
| Muy Alta Magnitud | ± 9 |
| Demasiada Magnitud | ± 10 |

| FACTORES AMBIENTALES | |
|--|---|
| Tierra | Recursos minerales |
| | Materiales de construcción |
| | Suelos |
| | Morfología terreno |
| | asentamiento y compactación del suelo |
| | Rasgos físicos singulares |
| Agua | Superficial |
| | Océano |
| | Subterránea |
| | Calidad |
| | Temperatura |
| | Recarga |
| Aire | Nieve, hielo y heladas |
| | Calidad (polvo, partícula) |
| | Contaminación atmosférica(Gases, humo) |
| | Contaminación sonora (Ruido) |
| Procesos | Avenidas |
| | Erosión |
| | Deposición (sedimentación , precipitación) |
| | Solución |
| | Adsorción (intercambio iónico , compuestos) |
| | Compactación y asentamiento |
| | Estabilidad (deslizamientos , vuelcos) |
| | Tensión (terremotos) |
| Flora | Movimientos de aire |
| | Árboles |
| | Arbustos |
| | Herbáceas |
| | Cultivos |
| | Microfloras |
| | Plantas acuáticas |
| | Especies en peligro |
| | Barreras |
| | Corredores |
| Fauna | Aves |
| | Animales terrestres incluso rectiles |
| | Peces y crustáceos. Morfología terreno |
| | Organismos béticos |
| | Insectos |
| | Microfauna |
| | Especies en peligro |
| | Barreras |
| Usos del suelo | Corredores |
| | Naturaleza y espacios abiertos |
| | Humedales |
| | Bosques |
| | Pastos |
| | Agricultura |
| | Residencial |
| | Comercial |
| Recreo | Industria |
| | Minería y canteras |
| | Caza |
| | Pesca |
| | Navegación en bote |
| | Baños |
| | Camping y excursionismo |
| | Picnics |
| Estética e interés humano | Instalaciones de recreo |
| | Vistas escénicas y panorámicas |
| | Cualidades naturales |
| | Composición del paisaje |
| | Rasgos físicos singulares |
| | Parques y reservas |
| | Monumentos |
| | Especies o ecosistemas raros o exclusivos |
| Estatus cultural | Sitios y objetos históricos o arqueológicos |
| | Educación |
| | Valoración de los inmuebles |
| | Calidad de vida |
| | Salud y seguridad |
| | Empleo |
| | ingresos económicos(comercio) |
| | Construcciones existentes |
| Instalaciones fabricadas y actividades | Redes de transporte (movimiento , accesos) |
| | Redes de servicios |
| | Eliminación residuos |
| | Barreras |
| | Corredores |

Cuadro N° 06: Matriz de Leopold

[illegible]

- Las acciones de “Excavación”, junto a “Desbroce y limpieza del terreno” son las que presentan un grado de magnitud de los impactos totales más desfavorables (-29)
- Los factores ambientales más afectados por el proyecto, en cuanto a magnitud del impacto, es Contaminación sonora (Ruido) (-36), Suelo (-33) y los componentes ambientales “Aire” y “Tierra”
- En cualquier caso, estos datos son poco representativos. Al ponderar las magnitudes, los resultados se encontrarán más próximos a la realidad. Así llegamos a la conclusión de los factores más afectados por las acciones del proyecto es “Contaminación sonora (Ruido)” (-88), “Suelo” (-85), “Calidad (polvo, partícula)” (-78) y el más favorecido “Empleo” (+71).
- La acción más agresiva con al medio es “Excavación” (-104) en a favor de lo estimado sin ponderar.
- El impacto total presenta un valor de (-433), cifra que sirve para comparar con proyectos alternativos.
- Hacemos notar que la matriz de Leopold no se propiamente de un modelo para realizar el EsIA, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de las observaciones y estudios llevados a cabo para determinar las acciones que presumiblemente puede causar impacto en determinados factores (Conesa 2010, 174).

6.8.2 Impactos significativos

Para la elaboración del siguiente cuadro se tomó en cuenta los impactos significativos evaluadas en la Matriz de Leopold para la cual nos muestra la identificación de impacto y la medida de mitigación.

Cuadro N° 07: Impactos significativos

| IMPACTOS SIGNIFICATIVOS | | | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE | ACTIVIDADES DE LA OBRA | IDENTIFICACION DE IMPACTOS | MEDIDAS DE MITIGACION |
| TIERRA | | | |
| 1. Suelos | Desbroce y limpieza. | Eliminación de la cubierta vegetal y suelo superficial. Impacto irreversible y permanente. | En la etapa de abandono se puede restituir el suelo. |
| 2. Relieve | Excavación con explosivos y con equipo, explotación del material, carga y transporte del material. | Disminución del recurso Impacto irreversible y permanente. | Ninguno, sólo una adecuada selección del área puede minimizar el impacto. |
| ESTATUS CULTURAL | | | |
| 1. Empleo | Despalme y limpieza, afloje de material. | Generación de empleo. | Impacto positivo. |
| AGUA | | | |
| 1. Aguas subterráneas | Excavación con equipo y excavación con explosivos. | Modificación de los drenajes naturales. | Ninguno, sólo una adecuada selección del área puede evitar el impacto. |
| FLORA | | | |
| 1. Hierbas y pastos | Explotación del material y carga y transporte de material. | Eliminación de la flora característica. Disminución de la productividad primaria de la vegetación aledaña a caminos de acceso y de la zona de influencia del proyecto, por la deposición de polvo en el área foliar, con disminución de la función fotosintética y respiratoria de las plantas. | Utilizar vehículos cubiertos o manejar los materiales en húmedo respecto a la carga y transporte del material. Establecer procedimientos adecuados en el manejo de los materiales para evitar emisiones fugitivas de polvos. |
| AIRE | | | |
| 1. Ruido | Excavación con equipo, con explosivos y durante la carga y transporte del material. | Generación de ruido durante la utilización de maquinaria y explosivos. | Es un impacto significativo pero de corta duración. Recomendar el uso de tapones auditivos por el personal. |

Fuente: Propia.

6.8.3 Impactos no significativos

Para la elaboración del siguiente cuadro se tomó en cuenta los impactos no significativos evaluadas en la Matriz de Leopold para la cual nos muestra la identificación de impacto y la medida de mitigación

Cuadro N° 07: Impactos no significativos

| IMPACTOS NO SIGNIFICATIVOS | | | |
|--|---|--|---|
| CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE | ACTIVIDADES DE LA OBRA | IDENTIFICACION DE IMPACTOS | MEDIDAS DE MITIGACION |
| TIERRA | | | |
| 1. Recursos minerales, material de construcción y suelos. | Localización, explotación, análisis y muestreo, despalle y limpieza de material, excavación con equipo, abandono. | Agotamiento del recurso. | Planeación adecuada del uso de los recursos. |
| AGUA | | | |
| 1. Recarga de acuíferos, calidad y aguas subterráneas. | Explotación del material. | Modificación de los patrones naturales de recarga de aguas y drenajes subterráneos, con posible disminución del recurso. | Durante la selección del sitio tomar en cuenta la información geohidrológica del lugar, y seleccionar lugares donde el nivel freático sea muy profundo. |
| FLORA | | | |
| 1. Vegetación | Exploración, análisis y muestreo, despalle y limpieza de material. | Pérdida de la cubierta vegetal. | Efecto irreversible y permanente. Sin medida de mitigación. Puede considerarse una medida compensatoria en la zona de influencia del proyecto, reforestando el área con especies endémicas. Como medida preventiva, previo al inicio de la explotación de material, realizar un programa de rescate de vegetación que considere especies en peligro de extinción u otras. |

| IMPACTOS NO SIGNIFICATIVOS | | | |
|--|--|---|--|
| CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE | ACTIVIDADES DE LA OBRA | IDENTIFICACION DE IMPACTOS | MEDIDAS DE MITIGACION |
| FAUNA | | | |
| 1. Aves, animales terrestres e insectos. | Exploración, análisis y muestreo, despalle y limpieza de material. | Desplazamiento de la fauna por pérdida de eslabón primario de la cadena alimenticia (vegetación). | Restituir la vegetación como medida compensatoria en la etapa de abandono para crear nuevamente un hábitat para la fauna desplazada. |
| ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO | | | |
| 1. Vistas panorámicas y paisajes. | Excavación con equipos, explotación de material, carga y transporte de material. | Pérdida de armonía visual. | Ninguna. Impacto irreversible y permanente. Posible restitución parcial en la etapa de abandono. |
| SERVICIOS | | | |
| 1. Red de transportes. | Carga y transporte de material. | Creación de caminos de acceso. | Evitar el paso cerca de poblaciones. |

Fuente: Propia

6.9 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

6.9.1 Impactos significativos

Medidas para el control de polvo y partículas en suspensión:

Está previsto que se generará emisiones de gases y material particulado que podrá afectar la calidad del aire en el área del proyecto, si no se toman las medidas de prevención necesarias, las cuales serán señaladas en la presente sección.

Así deberán precederse a humedecer periódicamente con camiones cisternas las zonas de trabajo donde se genere excesiva emisión de material particulado de tal forma que se evite el levantamiento de polvo durante el tránsito de los vehículos y maquinarias Su frecuencia dependerá de las condiciones climáticas de la zona siendo más frecuentes en temporada de seca.

Esta actividad se centrará básicamente al transporte desde la cantera hacia la zona del proyecto.

Asimismo, se efectuarán actividades de limpieza en todas las áreas intervenidas donde se evidencie la presencia de material particulado. En lo que respecta a la generación de gases contaminantes, deberá asegurarse que los equipos y maquinarias estén operando en óptimo estado de funcionamiento. Debe contarse con un sistema de control de emisiones de gases y material particulado a fin de minimizar las emisiones a la atmósfera de elementos tóxicos y partículas.

Estas emisiones representan un riesgo a la salud de los trabajadores de la obra y a las poblaciones del área, pudiendo afectarla con diferente gravedad al sistema respiratorio particularmente de los sectores más vulnerables, como son los niños y los ancianos.

Pero los polvos pueden afectar también directamente a la flora cercana al proyecto al depositarse en las hojas de las plantas limitando el desarrollo del proceso de fotosíntesis de las mismas, independientemente si se está en presencia de cultivos o plantas silvestres. Consecuentemente, esto afectará a la fauna que se sustente en el desarrollo de las plantas.

Siempre que se transporte material suelto y particulado, se deberá mantener cubierto con lonas y con cierto grado de humedad para evitar que las partículas sean arrastradas por el viento

Disponer de agua con el uso de cisternas, mangueras u otros, para humedecer las áreas de construcción, a fin de minimizar la dispersión del material particulado especialmente en las zonas de tránsito de las maquinarias, traslado de materiales desde canteras, accesos, zonas de depósitos de material excedente o en las áreas más sensibles ambientalmente.

Evitar la exposición del personal de obra a la inhalación de cualquier gas, humo o polvos que excedan los niveles máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental. Durante la etapa de rehabilitación, en las zonas de emisiones de polvo y/o gases de combustión, cada trabajador debe contar con el implemento mínimo de protección como son lentes de seguridad y protectores bucos nasales.

Medidas para el control de ruidos

Control periódico de las emisiones de ruido de carácter continuo la cual se producirán especialmente por la utilización de maquinaria pesada y tráfico de volquetes, a lo largo del emplazamiento de la apertura de la carretera.

Dotar del equipo de protección necesario al personal de obra que se encontrará expuesto a este impacto.

El Contratista debe realizar el control periódico de la emisión de ruidos en la zona del proyecto donde se producirán los incrementos puntuales, encontrándose estos referidos al manejo de materiales y excedentes.

Medidas para prevenir la generación de ruidos:

A los vehículos se les prohibirá el uso de sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias, para evitar el incremento de los niveles de ruido. Las sirenas sólo serán utilizadas en casos de emergencia.

De igual manera, se prohibirá retirar de todo vehículo los silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión, lo mismo que colocar en los conductos de escape cualquier dispositivo que produzca ruido. Quedan prohibidos, la instalación y uso en cualquier vehículo destinado a la circulación en vías públicas de toda clase de dispositivos o accesorios diseñados para producir ruido tales como válvulas, resonadores y pitos adaptados a los sistemas frenos de aire.

Medidas para la protección del suelo

Se recomienda al Contratista, evitar la contaminación de los suelos por vertidos o derrames de elementos como combustibles, lubricantes, grasas, aceites, etc. la cual puede afectar la calidad edáfica del suelo a lo largo del emplazamiento de la carretera.

Asimismo, en las zonas con presencia de terrenos que contienen cobertura orgánica y en los cuales se fijan pastizales, arbustos y árboles silvestres que

colindan con la vía, el campamento de obra, plantas de asfalto y chancado, canteras y depósitos de materiales excedentes de obra.

Las medidas de mitigación recomendables son:

- Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados.
- Los materiales excedentes de las excavaciones o de la limpieza de cauces se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente, y se colocarán en las zonas de depósito previamente seleccionadas o aquellas indicadas por el Supervisor.
- Los residuos de derrames accidentales de concreto, lubricantes, combustibles, deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con las normas ambientales presentes.
- Las casetas temporales, campamentos y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la disposición de basuras recipientes plásticos con tapa. Estas serán vaciadas en cajas estacionarias con tapas herméticas que serán llevadas periódicamente al relleno sanitario de las ciudades próximas.
- La disposición de desechos de construcción se hará en los lugares seleccionados para tal fin. Al finalizar la obra el contratista deberá desmantelar las casetas temporales patios de almacenamiento, talleres y además construcciones temporales, disponer los escombros y restaurar el paisaje a condiciones iguales o mejores a las iniciales.

Medidas para la protección de la vegetación

Para controlar y/o evitar que la emisión de material particulado que se prevé se generará durante el proceso constructivo de la carretera y pueda afectar los cultivos colindantes a la vía se recomienda la aplicación de las medidas planteadas, de tal forma que se evite el levantamiento de polvo actividades constructivas y por el tránsito de los vehículos y maquinarias La infraestructura de riego (canales de riego) que colindaran con la carretera en los sectores agrícolas se prevé que no serán afectadas por el ancho de la plataforma, alineamiento ni por las actividades constructivas de la carretera, a fin de que esto se cumpla, se recomienda al Contratista ejecutar los trabajos dentro del ancho de vía proyectado por el Estudio de Ingeniería.

Medidas para la protección de la flora y fauna silvestre

Debido a que en el área mayormente no existe flora ni fauna silvestre, las medidas de mitigación se restringen al tema de disminución de ruidos, pues este se presenta como principal factor contaminante en las aves, que sería la categoría más afectada tomando en cuenta que el área en donde se desarrolla el proyecto es área cultivada y la flora y fauna fue modificada y adaptada hace mucho tiempo atrás.

6.9.2 Impactos no significativos

Para los impactos no significativos señalados anteriormente. Se enumeran las medidas de mitigación en la tabla siguiente.

Cuadro N° 07: Medidas de mitigación para impactos no significativos

| FACTOR | IMPACTO AMBIENTAL | MEDIDAS DE MITIGACIÓN |
|--------------|--|---|
| AIRE | <p>1. Modificación de la calidad del aire por emisiones de gases de combustión por el uso de maquinaria y equipo de construcción y por vehículos de transporte y carga.</p> <p>2. Modificación de la calidad del aire por la emisión de polvos por remoción y acarreo de materiales</p> <p>3. Incremento de los niveles de ruido en el ambiente.</p> | <p>Control de las emisiones a través del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, el uso de combustibles limpios y de aditivos que promuevan una combustión eficiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento con los límites máximos permisibles . • Verificación de las emisiones vehiculares y del estado electromecánico de la maquinaria y equipo (CO, NOx, CO2, O2). • Remoción en húmedo. • Acarreo de materiales en transportes cubiertos. • Monitoreo de partículas suspendidas. • Si se construye en sitios poblados, cumplir con las normas vigentes de emisión de ruido. • Monitoreo de los niveles de ruido (Ruido Perimetral). • Proporcionar al personal equipo de protección personal para atenuar el ruido. |
| AGUA | <p>1. Modificación de la calidad del agua</p> <p>2. Incremento de la Turbidez</p> <p>3. Disminución de la cantidad de oxígeno disuelto</p> | <p>Colocar mallas para protección de los cuerpos de agua, desarenadores y rejillas con la apertura necesaria para la retención de sólidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No depositar a cielo abierto los residuos líquidos producto de las actividades de mantenimiento de maquinaria. • Monitoreo de la calidad del agua (sólidos suspendidos totales, Oxígeno disuelto, metales pesados, grasas y aceites). |
| FAUNA | <p>1. Desplazamiento de la fauna</p> | <p>Realizar las actividades de construcción por etapas para permitir la movilización de la fauna.</p> |
| SUELO | <p>1. Modificación de la calidad del suelo por contaminación por residuos sólidos, material de construcción y residuos peligrosos</p> | <p>Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos sólidos orgánicos producto de la ingesta y desechos de los trabajadores, colocando tambos para depósito de basura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recolectar los materiales de construcción. • Recolectar los materiales con aceites en recipientes de acuerdo al Reglamento de Residuos Peligrosos. |

Fuente: Propia.

6.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.10.1 Conclusiones:

Los impactos de mayor intensidad, pero reversibles se generan sobre la calidad del aire por la generación polvo, emisión de ruido, de gases de combustión y residuos en la construcción.

Por tanto, para las etapas de construcción y operación existirán impactos negativos que serán atenuados con las acciones de mitigación, corrección y prevención de estos impactos del Plan de Manejo Ambiental. Mientras que en ambas etapas se tendrán impactos positivos leves en el aspecto de empleo.

Para prevenir, controlar o mitigar los impactos ambientales negativos del proyecto, es necesario que se implemente el Plan de Manejo Ambiental.

Los beneficios de los trabajos de mejoramiento de la carretera se darán en la etapa de operación, mejorando el nivel de vida de las poblaciones y usuarios de la vía, incentivando el turismo.

Las actividades del proyecto, tienen un potencial de impacto ambiental negativo calificado como leve, si es que se toman en cuenta las medidas propuestas en el presente EIA, por lo que resulta viable su implementación.

El proyecto es ambientalmente viable.

6.10.2 Recomendaciones:

Se deberá hacer un manejo adecuado del suelo agrícola en las zonas donde sea impactado.

Se deberá planificar y señalizar adecuadamente las áreas de trabajo.

Prevenir accidentes de trabajo y de la población mediante charlas de capacitación y procedimientos seguros de trabajo.

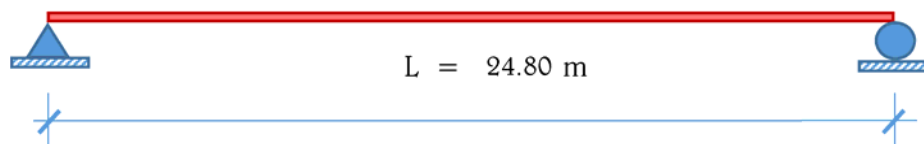
Tener en cuenta la percepción de la población involucrada.

6.11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

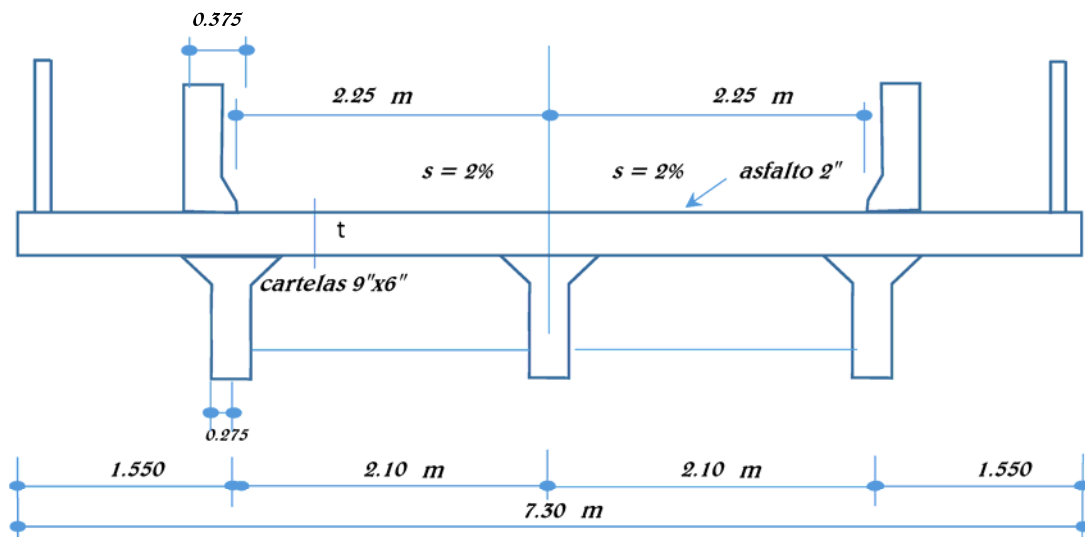
- ✓ Conesa, Vicente. 2010. *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- ✓ Garmendia, Alfonso et al. 2010. *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: PEARSON.

ANEXO N° 07: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE MAMARURIBAMBA BAJO.

$$\begin{aligned} L &= 24.8 \text{ m} \\ N^{\circ} \text{ vías} &= 1 \\ V_{\text{usuario}} &= \text{HL-93} \\ f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



Se propone la siguiente sección transversal, constituida por una losa, apoyada sobre tres vigas, distancia entre ejes de vigas $S' = 2.10 \text{ m}$, voladizo de 1.55 m , y barreras de concreto con perfil tipo New Jersey con un área en su sección transversal $= 2028.75 \text{ cm}^2$ (C.G. a 0.13 m de la cara vertical):



I) DISEÑO DE LA LOSA (A_s principal perpendicular al tráfico)

A) Pre-dimensionamiento de losa

Ancho de la viga

Siendo:

$$S' = \text{esp. entre ejes de vigas} = 2.10 \text{ m}$$

$$L = \text{luz del puente} = 24.80 \text{ m}$$

$$b = 0.015 \sqrt{S' L}$$

$$b = 0.015 \sqrt{2.10 \times 24.80} = 0.54 \text{ m}, \text{ adoptamos, } 0.55 \text{ m}$$

Espesor de losa

- En tableros de concreto apoyados en elementos longitudinales:

$$t_{\min} = 0.175 \text{ m} \quad (\text{Art. 9.7.1.1})$$

- Aunque el acero principal es perpendicular al tráfico es posible tomar de referencia como en versiones anteriores del AASHTO, la expresión:

$$t_{\min} = \frac{S + 3}{30} \geq 0.165 \text{ m} \quad (\text{Tabla 2.5.2.6.3-1})$$

$$t_{\min} = \frac{1.55 + 3}{30} = 0.152 \text{ m} \geq 0.165 \text{ m}$$

$$t_{\min} = 0.165 \text{ m}$$

Siendo:

$$S = \text{Luz libre de la losa} = 1.55 \text{ m}$$

- En voladizos de concreto que soportan barreras de concreto, el espesor mínimo de losa es:

$$t_{\min} = 0.200 \text{ m}$$

- Finalmente, con las disposiciones sobre el espesor de la losa uniformizamos con:

$$t = 0.200 \text{ m}$$

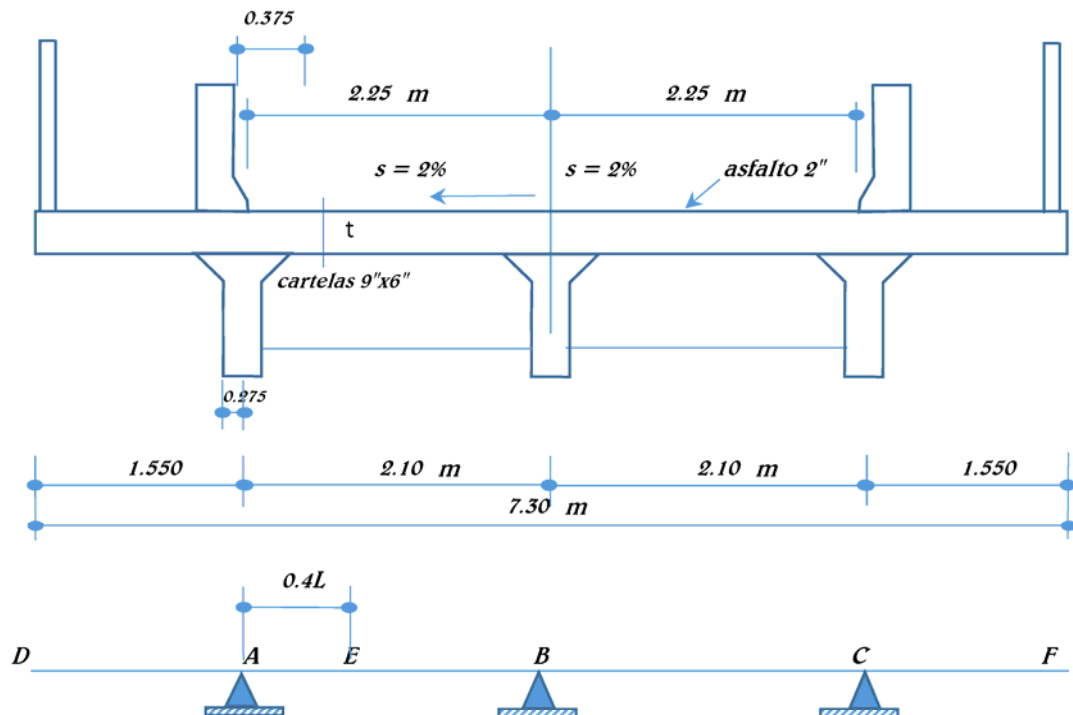
B) Criterios LRFD aplicables (Tabla 3.4.1-1)

Resistencia I: $U = n[(1.25 \text{ ó } 0.9)DC + (1.50 \text{ ó } 0.65)DW + 1.75(LL+IM)]$

Servicio I: $U = n[1.00DC + 1.00DW + 1.00(LL+IM)]$

Conforme al Art. 9.5.3, no es necesario investigar el estado de fatiga en tableros de concreto sobre vigas múltiples.

C) Momentos de flexión por cargas



C.1) Momentos de diseño

Momento negativo

Sabiendo que la carga que determina el diseño es la carga viva (LL + IM), antes que las cargas DC y DW significativamente menores, calcularemos el momento negativo en el apoyo interior B para franjas de losa de 1 m. El cálculo del momento negativo en los apoyos extremos se realizará posteriormente al calcular el volado.

Momento positivo

La carga que determina el diseño es la carga viva (LL + IM), antes que las cargas DC y DW significativamente menores. El máximo momento positivo por carga viva ocurre en los tramos AB o BC, a $0.4L$ de un apoyo exterior (L es la longitud de tramos), en una sección tal como E. En base a esa sección se realizará el diseño para momento positivo en franjas de losa de 1 m.

1. Carga Muerta (DC):

$$\text{Peso de losa: } W_{\text{losa}} = 0.20 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480.0 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de barrera: } P_{\text{barrera}} = 0.202875 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 486.9 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de baranda: } W_{\text{baranda}} = 100.0 \text{ kg}$$

(aplicado en $\bar{x} = 0.13\text{m}$)

Resolviendo la losa continua sobre 3 apoyos (programa sap2000) se tiene:

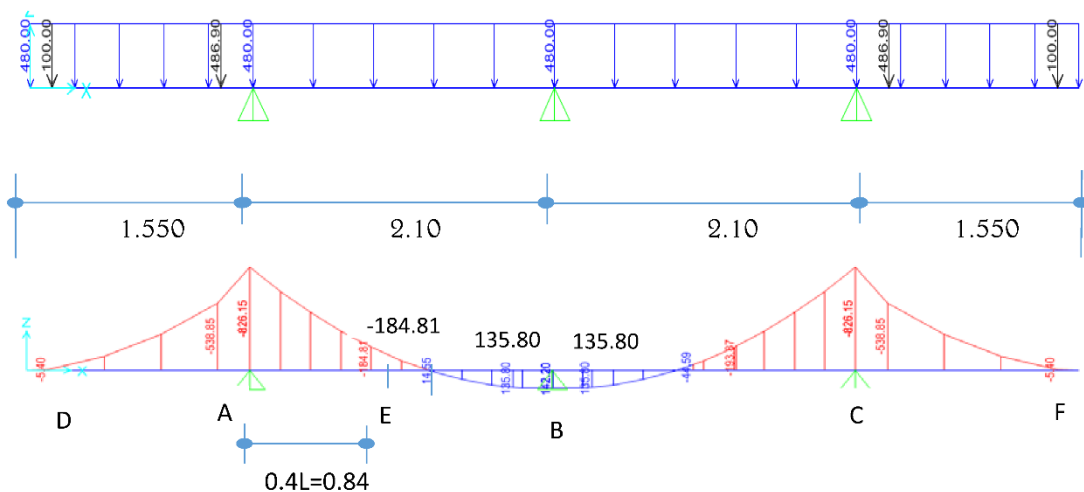


DIAGRAMA DE MOMENTOS EN LOSA POR CARGAS DC

Momentos negativos: El Art. 4.6.2.1.6 especifica que para el momento negativo en construcciones monolíticas de concreto se puede tomar la sección de diseño en la cara de apoyo. Tomamos entonces con respecto al apoyo B, los siguientes resultados del diagrama de momentos.

$$M_{DC} = 142.2 \text{ kg.m} = 0.14 \text{ Tm (en el eje B)}$$

$$M_{DC, \text{izq}} = 135.8 \text{ kg.m} = 0.14 \text{ Tm (cara izq. de B)}$$

$$M_{DC, \text{der}} = 135.8 \text{ kg.m} = 0.14 \text{ Tm (cara der. de B)}$$

Momentos positivos: Del diagrama de momentos se tiene para la sección F ($x = 0.4L$):

$$M_{DC} = -184.8 \text{ kg.m} = -0.185 \text{ Tm}$$

En la mayoración de cargas para el estado límite de Resistencia I, a este último valor por ser negativo lo multiplicaremos por $\gamma = 0.9$, para obtener en la combinación de cargas el máximo momento positivo.

2. Carga por superficie de rodadura (DW)

Asfalto: $W_{\text{asf } 2''} = 0.05 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2240 \text{ kg/m}^3 = 112.0 \text{ kg/m}$

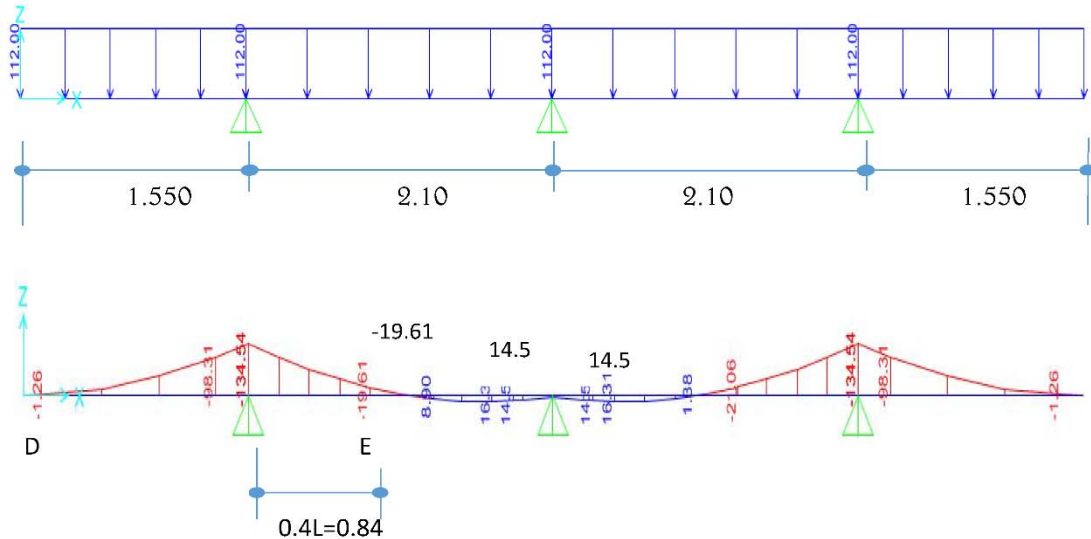


DIAGRAMA DE MOMENTOS EN LOSA POR CARGAS DE ASFALTO DW

Momentos negativos: Del diagrama de momentos

$$\begin{aligned} M_{DW} &= 4.62 \text{ kg.m} = 0.00 \text{ Tm} \quad (\text{en el eje B}) \\ M_{DW, \text{izq}} &= 14.5 \text{ kg.m} = 0.01 \text{ Tm} \quad (\text{cara izq. de B}) \\ M_{DW, \text{der}} &= 14.5 \text{ kg.m} = 0.01 \text{ Tm} \quad (\text{cara der. de B}) \end{aligned}$$

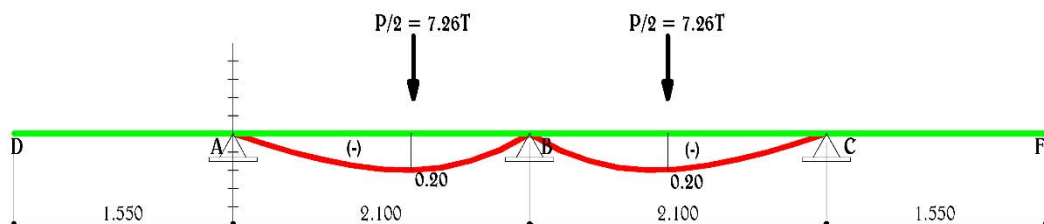
Momentos positivos: Del diagrama de momentos se tiene para la sección E ($x = 0.4L$):

$$M_{DC} = -19.61 \text{ kg.m} = -0.020 \text{ Tm} \quad (\text{en sección E})$$

3. Carga viva y efecto de carga dinámica (LL+IM)

3.1) Momento negativo

Haciendo uso de la línea de influencia para momento flector en el apoyo B calculamos el momento por carga viva en la sección de máximo momento negativo (apoyo B) colocando los ejes de carga de camión en posiciones críticas.



LÍNEA DE INFLUENCIA DE MOMENTO FLECTOR EN APOYO B

Para un carril cargado: afectado por el factor de presencia múltiple m. (Art.3.6.1.1.2)

$$M(-) = [7.26 \text{ T } (-0.200 \text{ m}) + 7.26 \text{ T } (-0.197 \text{ m})] 1.2 = -3.46 \text{ Tm}$$

Para dos carriles cargados:

Tal como se aprecia en la gráfica, no se aplica esta consideración.

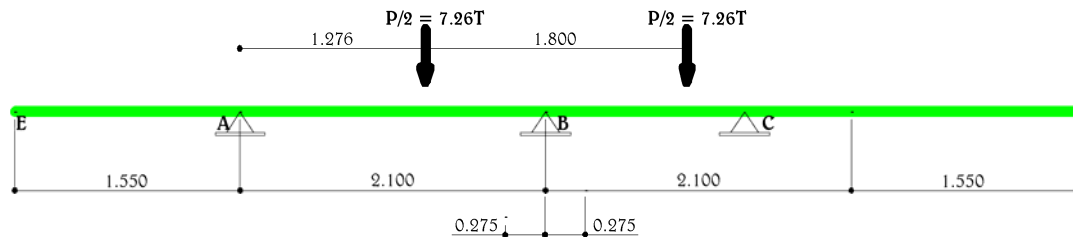
El ancho de franja en que se distribuyen es:

$$\begin{aligned} E(-) &= 1.22 + 0.25 S' \\ &= 1.2 + 0.25 \times (2.10) = 1.75 \text{ m} \end{aligned}$$

Entonces, el momento negativo crítico en B, incluso el efecto de carga dinámica y el ancho de franja es:

$$M_{B(-)LL+IM} = \frac{-3.46}{1.75} \times 1.33 = -2.64 \text{ Tm}$$

Conociendo la posición de cargas que genera el máximo momento negativo en B, calculamos también los momentos en la cara de la viga izquierda y derecha resolviendo la losa hiperestática apoyada sobre las tres vigas (SAP2000):



POSICIÓN DE CARGAS QUE GENERA EL MAXIMOMOMENTO EN B

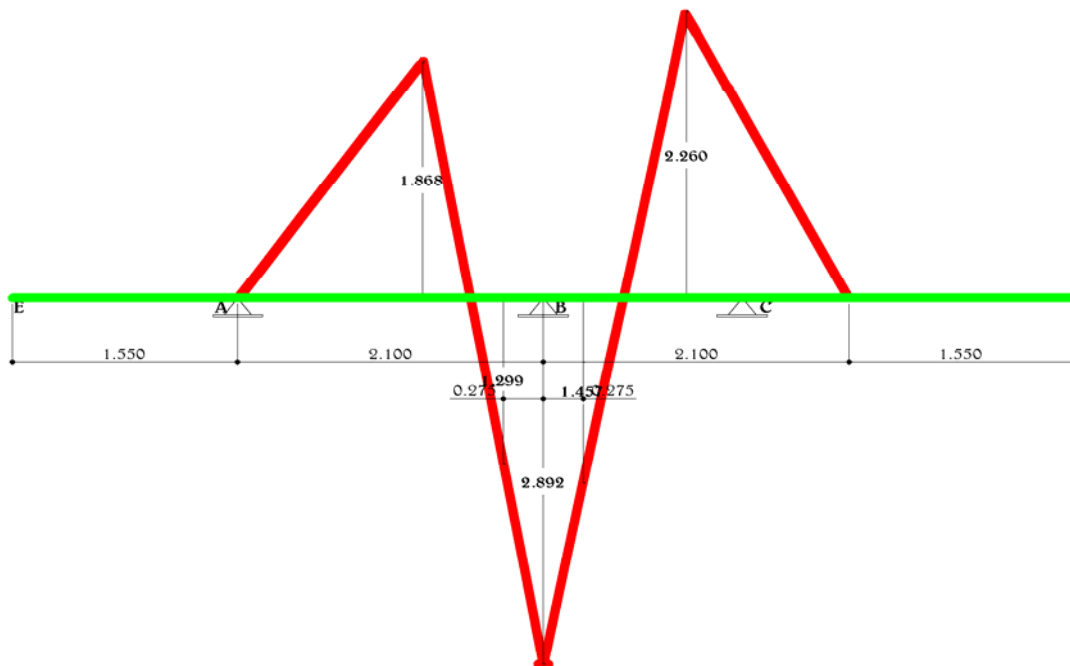


DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EN LOSA POR CARGA VIVA CRÍTICA

De donde se obtiene:

$$M(-)_{LL+IM} = -2.89 \times \frac{1.2 \times 1.33}{1.75} = -2.65 \text{ Tm}$$

(en el eje B, similar a -2.88, valor alcanzado con la línea de influencia de M_B)

$$M(-)_{LL+IM, \text{ izq}} = -1.30 \times \frac{1.20 \times 1.33}{1.750} = -1.18 \text{ Tm} \quad (\text{cara izquierda de B})$$

$$M(-)_{LL+IM, \text{ der}} = -1.46 \times \frac{1.20 \times 1.33}{1.750} = -1.33 \text{ Tm} \quad (\text{cara derecha de B})$$

RESUMEN DE MOMENTOS NEGATIVOS POR CARGAS EN B

| Carga | Tipo | M(-) izq Tm | M(-) eje Tm | M(-) der Tm | γ Resistencial |
|----------------|---------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Losa + barrera | DC | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.9 |
| Asfalto | DW | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.65 |
| Carga viva | LL + IM | -1.18 | -2.65 | -1.33 | 1.75 |

Para el diseño por estado Límite de Resistencia I, con $n = n_D \quad n_R \quad n_I = 1$
 $M_u = n[(1.25 \text{ ó } 0.9) M_{DC} + (1.50 \text{ ó } 0.65) M_{DW} + 1.75 M_{LL+IM}]$

En el eje B:

$$M_u = 0.90 (0.14) + 0.65 (0.00) + 1.75 (-2.65) = -4.50 \text{ Tm}$$

En cara de viga izquierda:

$$M_u = 0.90 (0.14) + 0.65 (0.01) + 1.75 (-1.18) = -1.94 \text{ Tm}$$

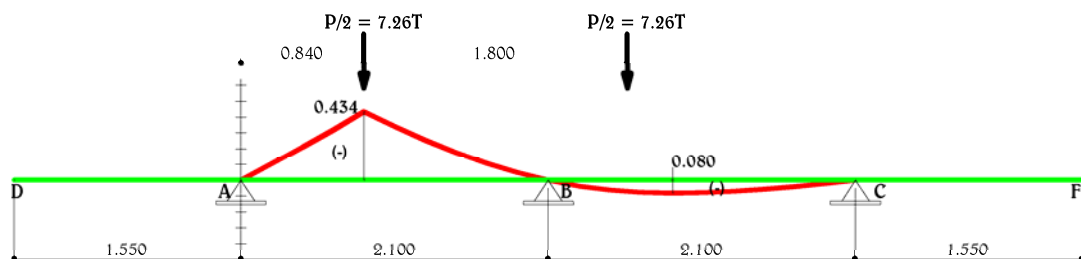
En cara de viga derecha:

$$M_u = 0.90 (0.14) + 0.65 (0.01) + 1.75 (-1.33) = -2.19 \text{ Tm}$$

El acero negativo será diseñado con este último valor de momento que es el mayor de las dos caras de viga.

3.2) Momento positivo

Haciendo uso de la línea de influencia para momento flector en la sección E, calculamos el momento por carga viva en la sección de máximo momento positivo colocando los ejes de carga de camión en posiciones críticas.



LÍNEA DE INFLUENCIA DE MOMENTO FLECTOR EN X 0.4L
 POSICIÓN CRÍTICA DE EJES CAMIÓN

Para un carril cargado: afectado por el factor de presencia múltiple m (Art.3.6.1.1.2)

$$M_{(+)} = [7.26 \text{ T (} 0.434 \text{ m)} + 7.26 \text{ T (} -0.08 \text{ m)}] 1.2 = 3.08 \text{ Tm}$$

El ancho de franja en que se distribuyen es:

$$E_{(+)} = 0.66 + 0.55 S' \\ = 0.66 + 0.55 (2.10) = 1.82 \text{ m}$$

Entonces, el momento positivo crítico en F, considerando el efecto de carga dinámica (33% para el Estado Límite de Resistencia) y el ancho de faja, es:

$$M_{F(+)}_{LL+IM} = \frac{3.08}{1.82} \times 1.33 = 2.26 \text{ Tm}$$

RESUMEN DE MOMENTOS POSITIVOS POR CARGAS EN F

| Carga | Tipo | M(+) Tm | γ Resistencial |
|----------------|---------|---------|----------------|
| Losa + barrera | DC | -0.18 | 0.90 |
| Asfalto | DW | -0.02 | 0.65 |
| Carga viva | LL + IM | 2.26 | 1.75 |

Para el diseño por estado Límite de Resistencia I, $n = n_D \quad n_R \quad n_I = 1.0$;
 $M_u = n[(1.25 \text{ ó } 0.9) M_{DC} + (1.50 \text{ ó } 0.65) M_{DW} + 1.75 M_{LL+IM}]$ (Tabla 3.4.1-1)

$$M_u = 0.90 (-0.18) + 0.65 (-0.02) + 1.75 (2.26) = 3.78 \text{ Tm}$$

D) Cálculo del Acero

D.1) Acero negativo (perpendicular al tráfico)

$$M_u = -2.19 \text{ Tm}$$

Utilizando As \emptyset 1/2" y recubrimiento r = 5.00cm (Tabla 5.12.3-1)

$$z = 5.00 + \frac{1.27}{2} = 5.64 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm} - 5.64 \text{ cm} = 14.37 \text{ cm}$$



$$A_s(-) = \frac{2.19 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times (14.37 - 0.37)} = 4.15 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{4.15 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 100} = 0.73 \text{ cm}$$

También como $c = a/\beta_1 = 0.86 \text{ cm}$

$$\emptyset = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_t}{c} - 1 \right) \leq 0.90 \quad (5.5.5.2.1-2 \text{ y fig. C5.5.4.2.1-1})$$

$$\emptyset = 0.65 + 0.15 \left(\frac{14.37}{0.86} - 1 \right) = 3.00 \leq 0.90 \quad \text{OK!}$$

Luego, $\emptyset = 0.90$ como lo supuesto.

Utilizando varillas $1/2''$, la separación será: $s = \frac{1.27}{4.15} = 0.30 \text{ m}$

Al presentar esta separación problemas problemas de agrietamiento por distribución de armadura, utilizaremos una separación $s = 0.175 \text{ m}$, satisfactoria como se verificará mas adelante.

USAR 1 Ø 1/2" @ 0.175 m

As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

$$a) M_{cr} = 1.1 (f_r S) = 1.1 (33.63 \text{ kg/cm}^2) (6667 \text{ cm}^3) = 2.47 \text{ Tm}$$

Siendo:

$$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 2.01 \sqrt{280} = 33.63 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 100 (20)^2 / 6 = 6667 \text{ cm}^3$$

$$b) 1.33 M_u = 1.33 (2.19 \text{ Tm}) = 2.92 \text{ Tm}$$

El menor valor es 2.47 Tm y la cantidad de acero propuesta:

$$As = 1.27 \text{ cm}^2 / 0.175 \text{ m} = 7.24 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ resiste:}$$

$$a = \frac{7.24 \times 4200}{0.9 \times 280 \times 100} = 1.28 \text{ cm}$$

$$M_u(-) = 0.9 \times 7.24 \times 4200 \times (14.37 - 0.64) = 3.76 \text{ Tm}$$

$$\text{Luego: } M_u = 3.76 \text{ Tm} \geq 2.47 \text{ Tm} \quad \text{OK!}$$

D.2) Acero positivo (perpendicular al tráfico)

$$M_u = 3.78 \text{ Tm}$$

Utilizando As $\varnothing 1/2''$ y recubrimiento $r = 2.5 \text{ cm}$ (Tabla 5.12.3-1)

$$z = 2.5 + \frac{1.27}{2} = 3.14 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm} - 3.14 \text{ cm} = 16.87 \text{ cm}$$



$$A_{s(+)} = \frac{3.78 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times (16.87 - 0.54)} = 6.12 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{6.12 \times 4200}{0.9 \times 280 \times 100} = 1.08 \text{ cm}$$

$$\text{También como } c = a/\beta_1 = 1.27 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_t}{c} - 1 \right) \leq 0.90 \quad (5.5.5.2.1-2 \text{ y fig. C5.5.4.2.1-1})$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{16.87}{1.27} - 1 \right) = 2.49 \leq 0.90 \quad \text{OK!}$$

Luego, $\phi = 0.90$ como lo supuesto.

Utilizando varillas $1/2''$, la separación será: $s = \frac{1.27}{6.12} = 0.200 \text{ m}$

USAR 1 ϕ 1/2" @ 0.200 m

As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

$$a) M_{cr} = 1.1 (f_r S) = 1.1 (33.63 \text{ kg/cm}^2) (6667 \text{ cm}^3) = 2.47 \text{ Tm}$$

Siendo:

$$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 2.01 \sqrt{280} = 33.63 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = bh^3/6 = 100 (20)^3 / 6 = 6667 \text{ cm}^3$$

$$b) 1.33 M_u = 1.33 (3.78 \text{ Tm}) = 5.02 \text{ Tm}$$

El menor valor es 2.47 Tm y la cantidad de acero propuesta:

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2 / 0.200 \text{ m} = 6.33 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ resiste:}$$

$$a = \frac{6.33 \times 4200}{0.9 \times 280 \times 100} = 1.12 \text{ cm}$$

$$M_r(-) = 0.9 \times 6.33 \times 4200 \times (16.87 - 0.56) = 3.90 \text{ Tm}$$

$$\text{Luego: } M_r = 3.90 \text{ Tm} \geq 2.47 \text{ Tm} \quad \text{OK!}$$

D.3) Acero de temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18bh}{2(b+h)} = \text{cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 \times (730) \times (20)}{2 \times (795 + 20)} = 1.61 \text{ cm}^2/\text{m}$$

(total en cada dirección, en cada cara)

$$\text{Además: } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s \text{ temp}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Se usará } A_{s \text{ temp}} = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Utilizando varillas } \phi = 3/8'' \text{, la separación será: } s = \frac{0.71}{2.33} = 0.30 \text{ m}$$

$$s_{\text{máx}} = 3t = 3 (0.20) = 0.60 \text{ m}$$

$$s_{\max} = 0.45 \text{ m}$$

USAR 1 Ø 3/8" @ 0.300 m

Nota.-

El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.

D.4) Acero de distribución

En la parte inferior de las losas se coloca armadura en la dirección secundaria en un porcentaje del acero positivo igual a:

$$\% = \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67\% \quad (\text{Art. 9.7.3.2})$$

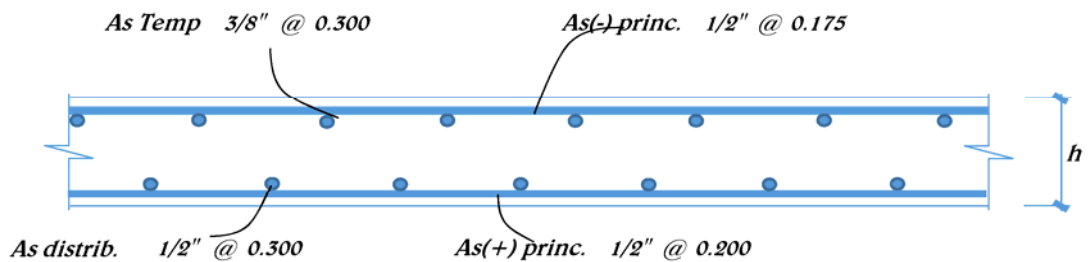
$$S = \text{distancia entre caras de vigas} = 1.55 \text{ m}$$

$$\% = \frac{121}{\sqrt{1.55}} = 97\% > 67\%$$

$$67\% (6.12 \text{ cm}^2) = 4.10 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas Ø 1/2", la separación será: $s = \frac{1.27}{4.10} = 0.300 \text{ m}$

USAR 1 1/2" @ 0.300 m



SECCIÓN DE LOSA APOYADA EN VIGAS

E) REVISIÓN DE FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE ARMADURA

(Art. 5.7.3.4)

E.1) ACERO PRINCIPAL NEGATIVO:

Momento actuante

Usando la sección agrietada y una franja de diseño por estado límite de **Servicio I**, siendo

0.175 m de ancho, para el $n = n_D n_R n_I = 1$

$$M_S = n[(1) M_{DC} + (1) M_{DW} + (1) M_{LL+IM}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

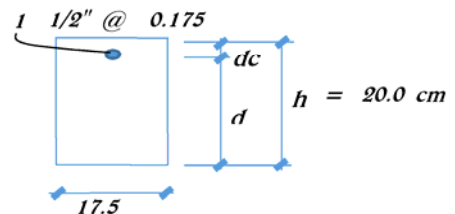
$$M_S = 1 [1 \times (0.14) \times 1 \times (0.01) + 1 \times (-1.33)]$$

$$M_S = -1.18 \text{ Tm}$$

Para un ancho tributario de: 0.175 m

$$M_S = (-1.18 \text{ Tm/m}) (0.175 \text{ m})$$

$$M_S = -0.21 \text{ Tm}$$



Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f'_c} = 15300 \sqrt{280} = 256018 \text{ kg/cm}^2$$

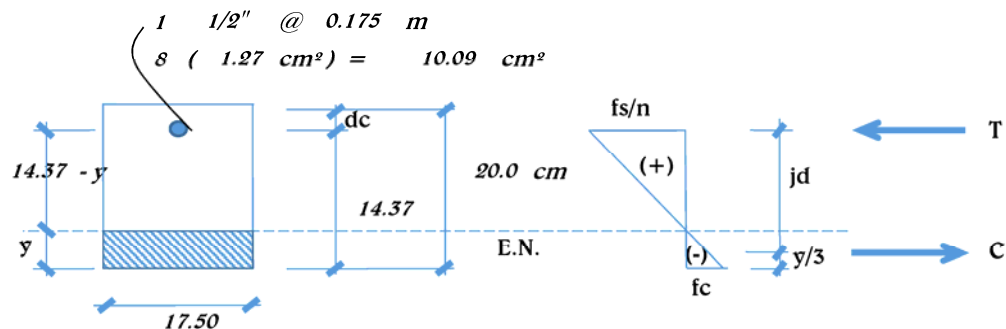
$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2040000}{256018} = 8$$

$$d_c = \text{recub} + \varnothing/2$$

$$d_c = 5.0 + \frac{1.27}{2} = 5.64 \text{ cm}$$

Área de acero transformada:

$$A_{st} = \text{relación modular} \times \text{área de acero} = 8 (1.27 \text{ cm}^2) = 10.09 \text{ cm}^2$$



Momentos respecto del eje neutro (E.N.) para determinar y :

$$17.5 y (y/2) = 10.09 (14.37 - y)$$

$$f(y) = 17.5 y (y/2) - 10.09 (14.37 - y)$$

$$f(y) = 0.0$$

$$y = 3.53 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de Servicio

El brazo $j d$ entre las cargas es:

$$j d = d - \frac{y}{3} = 14.37 \text{ cm} - \frac{3.53 \text{ cm}}{3} = 13.19 \text{ cm}$$

Luego el esfuerzo del acero es:

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(j d) A_s} = \frac{0.206 \times 10^5}{(13.19)(1.27)} = 1234.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 0.6 f_y = 2520.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

OK!

Separación máxima de la armadura

$$s_{\text{máx}} = \frac{125000 \gamma_e - 2 d_c}{\beta_s f_{ss}} \quad (5.7.3.4-1)$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7 (h - d_c)} = 1 + \frac{5.64}{0.7 (20.00 - 5.64)} = 1.56$$

Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$

$$\begin{aligned} s_{\text{máx}} &= \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2 d_c \\ &= \frac{125000 \times 0.75}{1.56 \times 1235} - 11.27 = 37.39 \text{ cm} > 17.50 \text{ cm} \quad \text{OK!} \end{aligned}$$

E.2) ACERO PRINCIPAL POSITIVO:

Momento actuante

Usando la sección agrietada y una franja de diseño por estado límite de **Servicio I**, siendo

0.200 m de ancho, para el
 $n = n_D n_R n_I = 1$

$$M_S = n[(1) M_{DC} + (1) M_{DW} + (1) M_{LL+IM}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

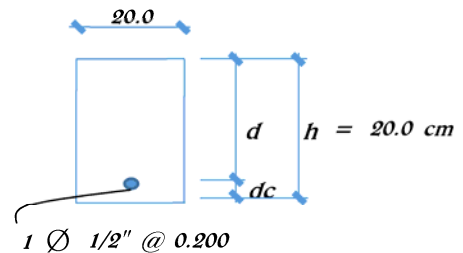
$$M_S = 1 [1 \times (-0.18) + 1 \times (-0.02) + 1 \times (2.26)]$$

$$M_S = 2.06 \text{ Tm}$$

Para un ancho tributario de 0.200 m

$$M_S = (2.06 \text{ Tm/m}) (0.200 \text{ m})$$

$$M_S = 0.411 \text{ Tm}$$



Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2.0 \text{E}+06 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f'_c} = 15300 \sqrt{280} = 256018 \text{ kg/cm}^2$$

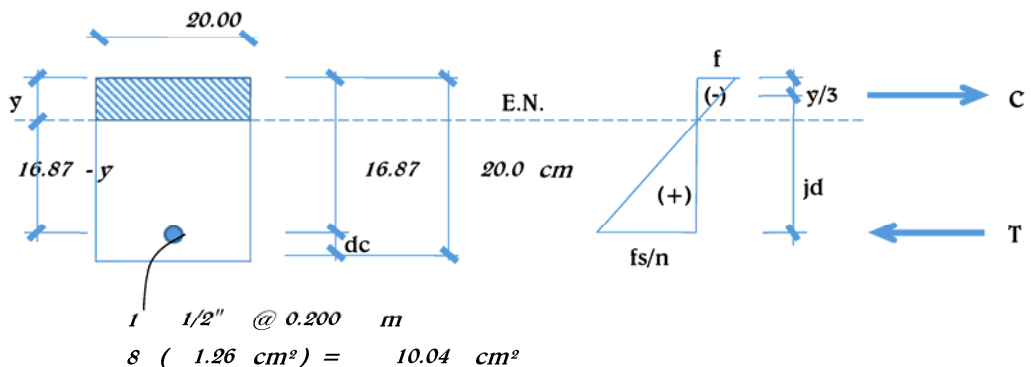
$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2040000}{256018} = 8$$

$$d_c = \text{recub} + \varnothing/2$$

$$d_c = 2.5 + \frac{1.27}{2} = 3.13 \text{ cm}$$

Área de acero transformada:

$$A_{st} = \text{relación modular} \times \text{área de acero} = 8 (1.26 \text{ cm}^2) = 10.04 \text{ cm}^2$$



Momentos respecto del eje neutro (E.N.) para determinar y :

$$20.0 y (y/2) = 10.04 (16.87 - y)$$

$$f(y) = 20.0 y (y/2) - 10.04 (16.87 - y)$$

$$f(y) = 0.00$$

$$y = 3.64 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de Servicio

El brazo jd entre las cargas es:

$$jd = d - \frac{y}{3} = 16.87 \text{ cm} - \frac{3.86 \text{ cm}}{3} = 15.58 \text{ cm}$$

Luego el esfuerzo del acero es:

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(jd) A_s} = \frac{0.411 \times 10^5}{(15.58)(1.26)} = 2093.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 0.6 f_y = 2520.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

OK!

Separación máxima de la armadura

$$s_{\text{máx}} = \frac{125000 Y_e - 2 d_c}{\beta_s f_{ss}} \quad (5.7.3.4-1)$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7 (h - d_c)} = 1 + \frac{3.133}{1 (20.00 - 3.133)} = 1.27$$

Para condición de exposición severa, con $Y_e = 0.75$

$$\begin{aligned} s_{\text{máx}} &= \frac{125000 Y_e - 2 d_c}{\beta_s f_{ss}} \\ &= \frac{125000 \times 0.75}{1.27 \times 2093} - 6.27 = 29.13 \text{ cm} > 20.00 \text{ cm} \quad \text{OK!} \end{aligned}$$

II) DISEÑO DE VIGA INTERIOR

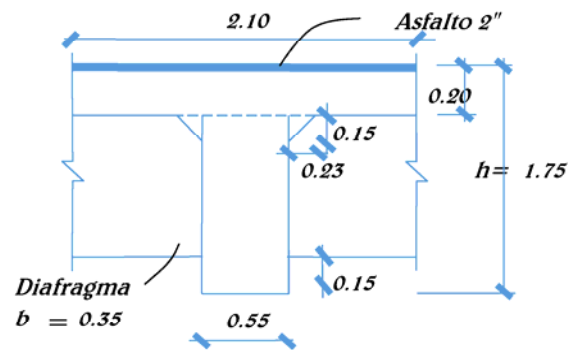
A) Pre-dimensionamiento

$$h_{\min} = 0.07L \quad (\text{Tabla 2.5.2.6.3-1})$$

$$h_{\min} = 0.07 \times 24.80 = 1.74 \text{ m}$$

Tomamos:

$$h_{\min} = 1.75 \text{ m}$$



B) Momento de flexión por cargas (viga interior)

Considerando vigas diafragma en apoyos y en el centro de la luz, tenemos:

Carga muerta (DC)

Cargas distribuidas

$$W_{\text{losa}} = 0.20 \times 2.10 \times 2400 = 1008 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = 1.55 \times 0.55 \times 2400 = 2046 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{cart.}} = 2 (0.50 \times 0.2 \times 0.23) \times 2400 = \frac{83 \text{ kg/m}}{3137 \text{ kg/m}}$$

$$M_{DC1} = \frac{w_{DC} L^2}{8} = \frac{3.137 \times 25^2}{8} = 241.16 \text{ Tm}$$

Cargas Puntuales

Colocando 3 diafragmas a lo largo de toda la viga: 2 en apoyos y 1 en el centro de la luz, se tiene:

$$P_{\text{diaf}} = (1.8 - 0.20 - 0.15) (2.10 - 0.55) (0.4) \times 2400 = 1822.8 \text{ kg}$$

$$M_{DC2} = \frac{P_{\text{diaf}} L}{4} = \frac{1.82 \text{ T} \times 24.8 \text{ m}}{4} = 11.3 \text{ Tm}$$

$$\text{Luego } M_{DC} = M_{DC1} + M_{DC2} = 241.16 + 11.3 = 252.46 \text{ Tm}$$

Carga por superficie de rodadura (DW)

$$W_{\text{asf 2\"}} = 0.05 \times 2.10 \times 2240 = 235 \text{ kg/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{DW} L^2}{8} = \frac{0.2352 \times 24.8^2}{8} = 18.1 \text{ Tm}$$

Carga viva y efecto de carga dinámica (LL + IM)

De la tabla APÉNDICE II-B, para vehículo HL-93, y con la consideración de carga dinámica en estado límite de resistencia:

$$M_{LL+IM} = 295.04 \text{ Tm} \quad (\text{a } 0.30\text{m del centro de la luz})$$

Usaremos de modo conservador este momento aun cuando no ocurre en el centro.

El % de momento g que se distribuye a una viga interior es:

Caso de un carril cargado:

(Tabla 4.6.2.2b-1)

$$g = 0.06 + \left(\frac{S}{4.3} \right)^{0.4} \left(\frac{S}{L} \right)^{0.3} \left(\frac{k_g}{L t_s^3} \right)^{0.1}$$

Cálculo de $\left(\frac{k_g}{L t_s^3} \right)^{0.1}$:

$$n = \frac{E_{\text{viga}}}{E_{\text{losa}}} = 1.00$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{30 \times 155^3}{12} = 9,309,688 \text{ cm}^4$$

$$A_{\text{viga}} = 30 \times 155 = 4,650 \text{ cm}^2$$

$$e_g = 87.5 \text{ cm}$$

$$k_g = n (I_{\text{viga}} + A_{\text{viga}} e_g^2) = 1 [9E+06 + 4650 (87.5)^2]$$

$$k_g = 44911250 \text{ cm}^4$$

$$\text{Luego: } \left(\frac{k_g}{L t_s^3} \right)^{0.1} = \frac{44911250 \text{ cm}^4}{2480 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}^4} = 1.085$$

(comparar con el valor simplificado: 1.05 para Sección (e), sugerido por Tabla 4.6.2.2-2)

$$g = 0.06 + \left(\frac{2.1}{4.3} \right)^{0.4} \left(\frac{2.1}{25} \right)^{0.3} (1.1) = 0.448$$

Caso de un carril cargado:

(Tabla 4.6.2.2b-1)

$$g = 0.08 + \left(\frac{S}{2.9} \right)^{0.6} \left(\frac{S}{L} \right)^{0.2} \left(\frac{k_g}{L t_s^3} \right)^{0.1}$$

$$g = 0.08 + \left(\frac{2.1}{2.9} \right)^{0.6} \left(\frac{2.1}{25} \right)^{0.2} (1.1) = 0.621$$

$$M_{LL+IM} = 0.621 (295 \text{ Tm}) = 183.1 \text{ Tm}$$

C) Resumen de momentos flectores y criterios LRFD aplicables

(Tabla 3.4.1-1)

RESUMEN DE MOMENTOS POSITIVOS POR CARGAS EN F

| Carga | M(+) Tm | γ | | |
|---------|------------|---------------|------------|----------|
| | | Resistencia I | Servicio I | Fatiga I |
| DC | 252.46 | 1.25 | 1.00 | 0.00 |
| DW | 18.08 | 1.50 | 1.00 | 0.00 |
| LL + IM | 183.12 | 1.75 | 1.00 | 1.50 |

Resistencia I: $U = n[(1.25) DC + (1.50) DW + 1.75 LL+IM]$

Servicio I: $U = n[(1.00) DC + (1.00) DW + 1.00 LL+IM]$

Fatiga I: $U = n[1.50 LL+IM]$

D) Cálculo del Acero Principal

Para el estado límite de Resistencia I, con $n = n_D n_R n_I = 1$

$$M_u = n [1.25 M_{DC} + 1.50 M_{DW} + 1.75 M_{LL+IM}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_u = 1.25 \times 252.46 + 1.50 \times 18.1 + 1.75 \times 183.12 = 663.16 \text{ Tm}$$

Siguiendo el procedimiento del Apéndice III-B, determinamos si la viga trabaja como Tee ó como rectangular:

Tomamos como ancho efectivo el ancho tributario de la viga Tee:

$$b_{\text{efect}} = b = 2.10 \quad (\text{Art. 4.6.2.6})$$

$$\text{Luego, suponiendo } c = t = 0.20$$

$$a = 0.85c = 0.85 \times 20.0 = 17.0 \text{ cm}$$

$$\text{Con } d \approx 0.85h = 158.1 \text{ cm}$$

$$A_s(+) = \frac{663.16 \times 100000}{0.9 \times 4200 (158 - 8.5)}$$

$$A_s(+) = 117.26 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{117.26}{\# 210 \times 158} = 0.00353$$

$$c = 1.18 \frac{\rho f_y d}{0.85 f'_c} = 1.18 \times \frac{0.0035 \times 4200 \times 158}{0.85 \times 280} = 11.63 \text{ cm}$$

$c \leq c_{\text{asumido}}$; Por lo tanto: Se diseñará como viga rectangular

$$A_s(+) = \frac{663.16 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times (158 - 4.8)} = 114.43 \text{ cm}^2$$

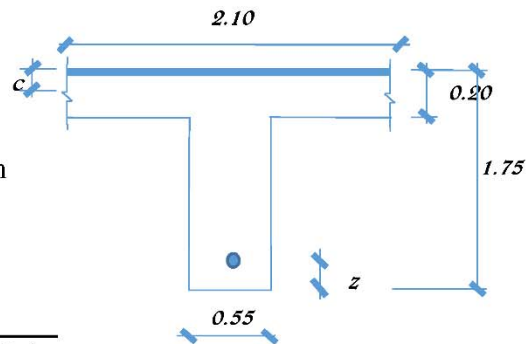
$$\begin{array}{lcl} \text{Usar} & 22 \text{ } \varnothing 1 \text{ " } & = \\ & 2 \text{ } \varnothing 5/8 \text{ " } & = 115.4 \text{ cm}^2 \end{array}$$

$$a = \frac{114.43 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 210} = 9.62 \text{ cm}$$

$$\text{También como } c = a/\beta_1 = 11.3 \text{ cm}$$

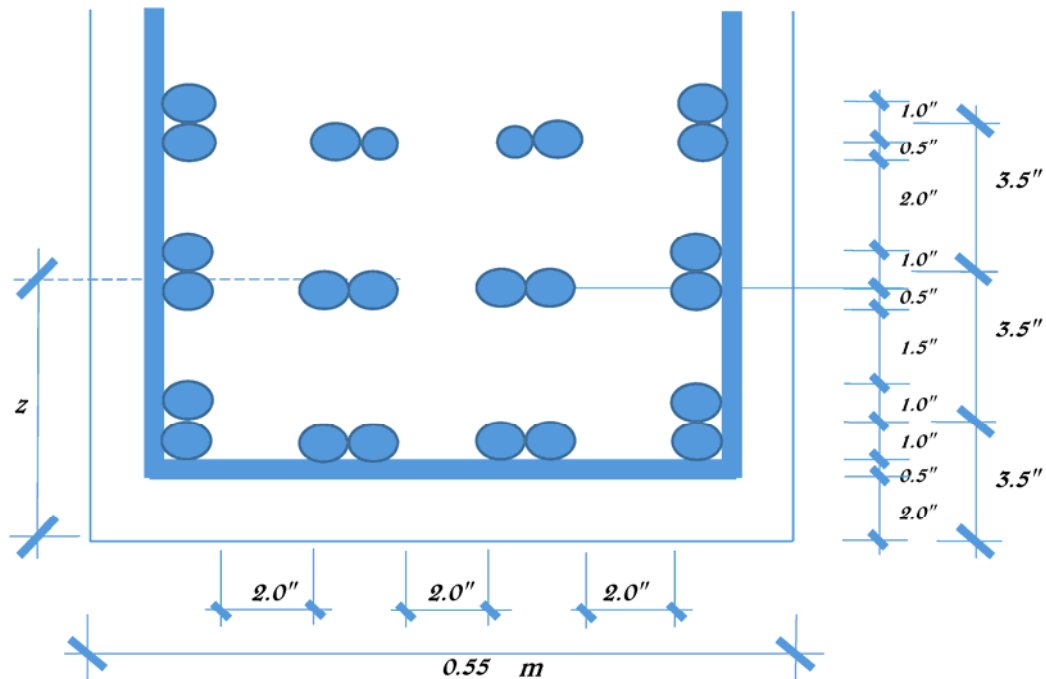
$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_t}{c} - 1 \right) \leq 0.9 \quad (5.5.5.2.1-2 \text{ y fig. C5.5.4.2.1-1})$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{158}{11.3} - 1 \right) = 2.60 \leq 0.9$$



Luego, $\phi = 0.9$ como lo supuesto.

Utilizando varillas $A_s = 22 \text{ } \phi 1 \text{ " + } 2 \text{ } \phi 5/8 \text{ "}$ con la distribución que se muestra a continuación, estribos $\phi 1/2 \text{ "}$ y recubrimiento $r = 5.00 \text{ cm}$, según la Tabla 5.12.3-1.



Cálculo de "z":

Tomando momentos en la base de la viga, siendo $A = 0.79 \text{ pulg}^2$:

$$23.3 A z = 4 A \times 3.5'' + 4 A \times 7.0'' + 4 A \times 10.5'' + 4 A \times 3.0'' + 4 A \times 6.5'' + 2 A \times 10.0'' + 1.3 A \times 10.00''$$

$$z = 6.65'' = 16.88 \text{ cm}$$

$d = 158.12 \text{ cm}$, como lo asumido

As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

As mínimo (Art. 5.7.3.3.2)

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

a) $M_{cr} = 1.1 (f_r S) = 1.1 (33.63 \times 1071875) = 396.56 \text{ Tm}$

Siendo:

$$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 2.01 \sqrt{280} = 33.63 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = bh^3/6 = 210 \times 175^3 / 6 = 1071875 \text{ cm}^3$$

b) $1.33 M_u = 1.33 \times 663.2 = 882.00 \text{ Tm}$

El menor valor es 396.56 Tm ,y la cantidad de acero propuesta:

$A_s = 115.43 \text{ cm}^2$,y resiste:

$$a = \frac{115.43 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 210} = 9.7 \text{ cm}$$

$$M_r(-) = 0.9 \times 115.43 \times 4200 \times (158.12 - 4.9) = 668.79 \text{ Tm}$$

Luego: $M_r = 668.79 > 396.56$ OK!

Armadura de contracción y temperatura

(Art.5.10.8)

En el alma de la viga T, en las caras laterales, se colocará acero de temperatura:

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 b h}{2 (b + h)} \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 \times 55 \times 175}{2 (55 + 175)} = 3.77 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{en cada cara})$$

$$\text{Además: } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s \text{ temp}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Se usará } A_{s \text{ temp}} = 3.77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para el espacio de $1.75 - 0.20 - 0.28 = 1.27 \text{ m}$, se tiene:

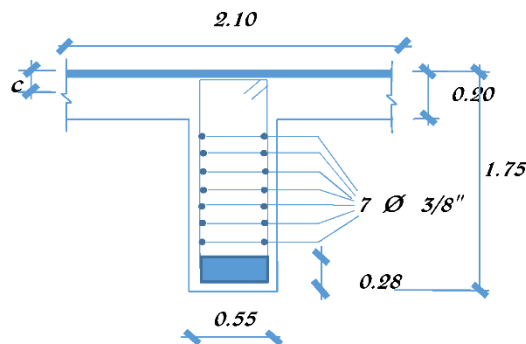
$$A_{s \text{ temp}} = 3.77 \text{ cm}^2/\text{m} \times 1.27 \text{ m} = 4.79 \text{ cm}^2$$

Usaremos por cara: $7 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8''$ (0.71 cm^2), que cumple

$$s = \frac{0.71}{3.77} = 20.00 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 3t = 3 \times 55.0 = 165 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 45 \text{ cm}$$



Momento actuante

Usando la sección agrietada de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, siendo $n = n_D n_R n_I = 1$

$$M_S = n[(1) M_{DC} + (1) M_{DW} + (1) M_{LL+IM}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_S = 1 [1 \times 252.46 + 1 \times 18.08 + 1 \times 183.12]$$

$$M_S = 453.66 \text{ Tm}$$

Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2.04E+06 \text{ kg/cm}^2$$

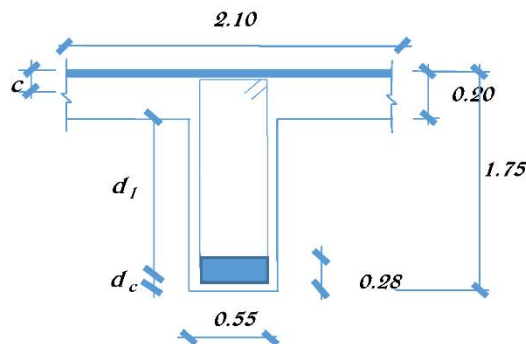
$$E_c = 15300 \sqrt{f'_c} = 15300 \sqrt{280} = 256018 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2040000}{256018} = 8$$

$$d_c = \text{recub} + \emptyset_{\text{estribo}} + \emptyset/2$$

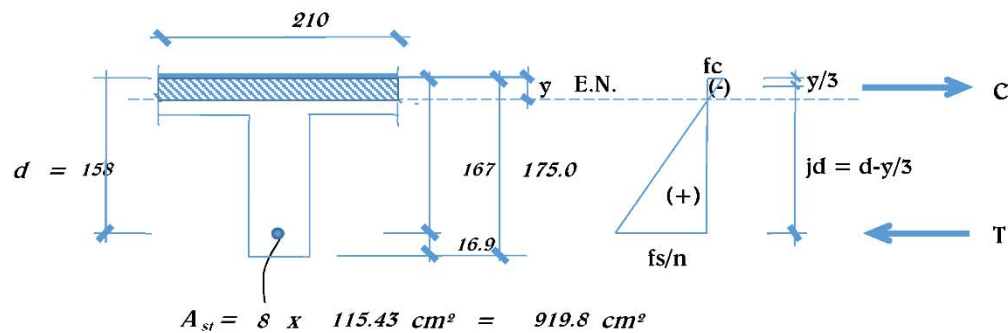
$$d_c = 5 + 1.27 + \frac{2.54}{2} = 7.62 \text{ cm}$$

$$d_f = 175 \text{ cm} - 7.62 \text{ cm} = 167 \text{ cm} < 90 \text{ cm} \quad \text{, requiere Ask} \quad (\text{Art. 5.7.3.4})$$



Área de acero transformada:

$$A_{st} = \text{relación modular} \times \text{área de acero} = 8 \times 115.4 \text{ cm}^2 = 919.8 \text{ cm}^2$$



Momentos respecto del eje neutro (E.N.) para determinar y :

$$210 \times 20 (y - 10) + 55 (y - 20) \frac{(y - 20)}{2}$$

$$= 919.8 (158.12 - y)$$

$$f(y) = 210 \times 20.0 (y - 10) + 55 (y - 20) \frac{(y - 20)}{2}$$

$$= 919.8 (158.12 - y)$$

$$f(y) = 0.0$$

$$y = 35.35 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de Servicio

El brazo jd entre las cargas es:

$$jd = d - \frac{y}{3} = 158.12 \text{ cm} - \frac{35.35 \text{ cm}}{3} = 146.34 \text{ cm}$$

Luego el esfuerzo del acero es:

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(j d) A_s} = \frac{453.66 \times 10^5}{(146.34)(115.43)} = 2493 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Separación máxima de la armadura

$$s_{\max} = \frac{125000 Y_e}{\beta_s f_{ss}} - 2 d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7 (h - d_c)} = 1 + \frac{7.62}{1 (175.00 - 7.62)} = 1.07$$

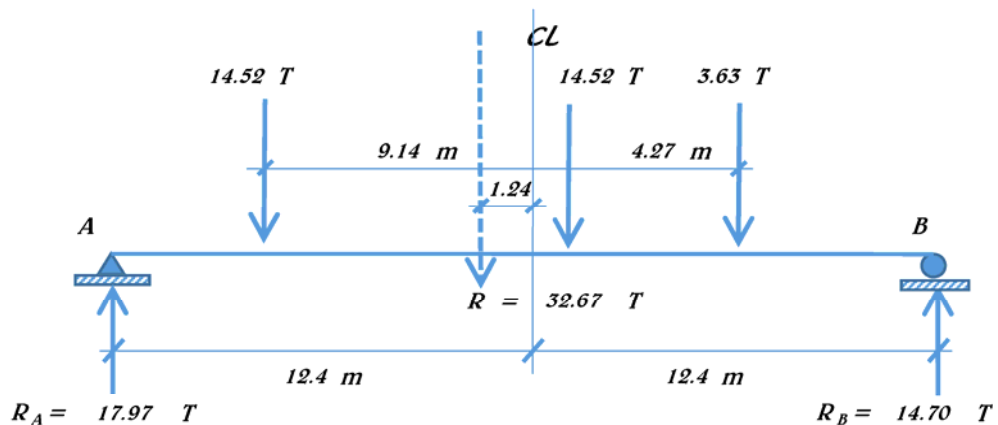
Por su condición de acero inferior usaremos Clase I, con $Y_e = 1.00$

$$s_{\max} = \frac{125000 \times 1.00}{1.07 \times 2493} - 2 \times 7.62 = 45.08 \text{ cm} > 5.00 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

F) Fatiga

F.1) Carga de Fatiga

Se calcula con un camión de diseño con una separación constante de 9m entre los ejes de 14.8 T (Art. 3.6.1.4.1), ocupando una sola vía. No se aplica el factor de presencia múltiple (Art.3.6.1.1.2)



$$M_{LL} = 132.30 \text{ Tm}$$

$$M_{LL+IM} = 1.15 (132.30 \text{ Tm}) = 152.15 \text{ Tm} \quad (\text{ó ver Tabla Ap. II-B})$$

Considerando la distribución g de sobrecarga para un solo carril, eliminando el factor de presencia múltiple de 1.2 (Art.3.6.1.1.2), se tiene:

$$g_{\text{fat}} = 0.470 / 1.2 = 0.392$$

$$M_{LL+IM} = 0.392 (152.15 \text{ Tm}) = 59.59 \text{ Tm}$$

Para el diseño por Fatiga I, con $n = n_D \quad n_R \quad n_I = 1 :$

$$M_{\text{fat}} = n (1.50 M_{LL+IM}) \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_{\text{fat}} = 1 (1.50 \times 59.59 \text{ Tm}) = 89.39 \text{ Tm}$$

F.2) Sección fisurada

Se utiliza la sección fisurada si la suma de esfuerzos debido a cargas permanentes no mayoradas más la combinación de carga de Fatiga I, da por resultado una tensión de tracción mayor que $0.80\sqrt{f'_c}$ (Art.5.5.3)

$$f_{tracc} = 0.80 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 0.80 \sqrt{280} \text{ kg/cm}^2 = 13.39 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo debido a cargas permanentes no mayoradas mas la combinación de carga de Fatiga I en una franja interior:

$$M'_{fat} = M_{DC} + M_{DW} + M_{fat}$$

$$M'_{fat} = 252.46 \text{ Tm} + 18.08 \text{ Tm} + 89.39 \text{ Tm} = 359.93 \text{ Tm}$$

$$f_{fat} = \frac{M'_{fat}}{S} = \frac{359.93 \times 10^5 \text{ kg-cm}}{1071875 \text{ cm}^3} = 33.58 \text{ kg/cm}^2$$

Como $f_{fat} = 33.58 \text{ kg/cm}^2 > 13.39 \text{ kg/cm}^2$, se usará la sección agrietada.

F.3) Verificación de esfuerzos

Esfuerzo en el refuerzo debido a la carga viva:

Con $A_s = 115.43 \text{ cm}^2$ y $jd = 146.34 \text{ cm}$

$$f_{LL} = \frac{M_{fat}}{A_s \times jd} = \frac{89.39 \times 10^5 \text{ kg-cm}}{115.43 \text{ cm}^2 \times 146.34 \text{ cm}} = 529.1 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo en el refuerzo debido a la carga permanente:

$$f_{DL} = \frac{M_{DC+DW}}{A_s \times jd} = \frac{(252.46 + 18.08) \times 10^5}{115.43 \times 146.34} = 1602 \text{ kg/cm}^2$$

Rangos de esfuerzo:

El esfuerzo mínimo es el esfuerzo por carga viva mínimo combinado con el esfuerzo por carga permanente:

$$f_{\min} = 0 + 1602 \text{ kg/cm}^2 = 1602 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo máximo es el esfuerzo por carga viva máximo combinado con el esfuerzo por carga permanente:

$$f_{\max} = 529 + 1602 \text{ kg/cm}^2 = 2131 \text{ kg/cm}^2$$

El rango máximo de esfuerzos es: $f = f_{\max} - f_{\min} = 529 \text{ kg/cm}^2$

El rango límite es: $f_{\limite} = 1687 - 0.33 f_{\min} \quad (5.5.3.2-1)$

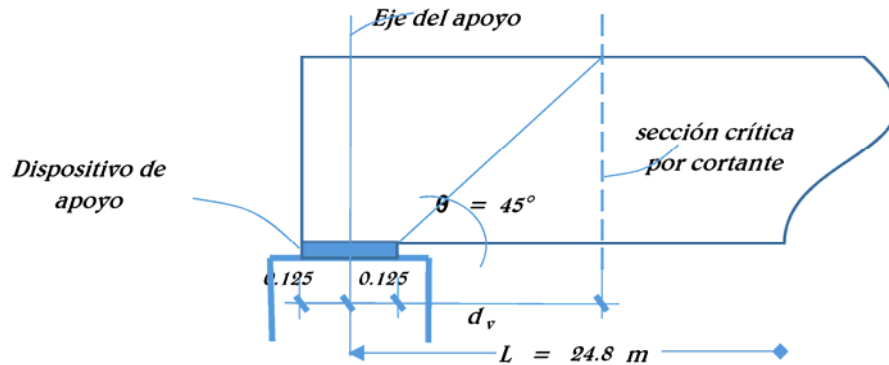
Luego:

$$f_{\limite} = 1687 - 0.33 \times 1602 = 1158 \text{ kg/cm}^2 > 529 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK!}$$

G) Diseño por corte (viga interior)

Sección crítica por corte cerca al apoyo extremo

De acuerdo al Art. 5.8.3.2, cuando la reacción en dirección del cortante aplicado introduce compresión en la región extrema, la sección crítica por corte se localiza a una distancia d_v desde la cara interna del apoyo.



Determinación del peralte efectivo por corte (Art. 5.8.2.9)

$$d_v = \text{peralte de corte efectivo} = d_e - \frac{a}{2} = 158 - \frac{9.6}{2} = 153.3 \text{ cm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{no menor que el} \\ \text{mayor valor de} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0.90 d_e = 0.90 (158 \text{ cm}) = 142.3 \text{ cm} \\ 0.72 h = 0.72 (175 \text{ cm}) = 126 \text{ cm} \end{array}$$

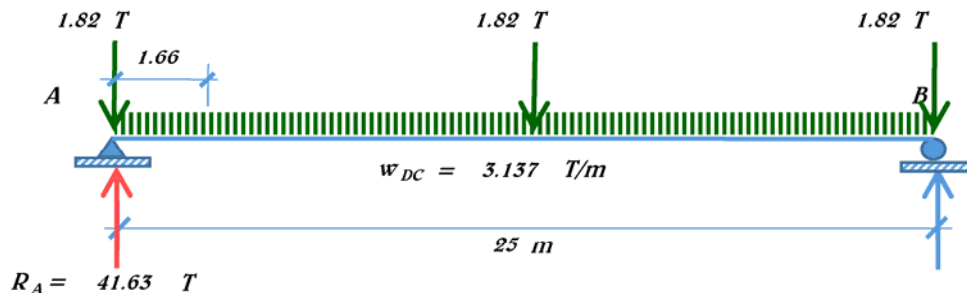
La sección crítica por corte se ubica desde el eje de apoyo:

$$0.125 \text{ m} + 1.5331 \text{ m} = 1.66 \text{ m}$$

A la distancia 1.66 m

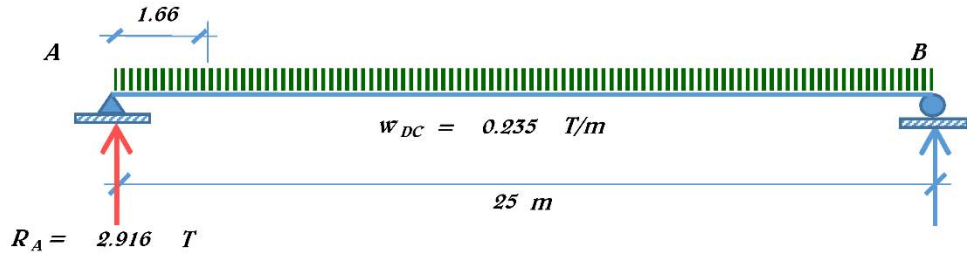
Carga muerta (DC)

$$\begin{aligned} \text{Con } w_{DC} &= 3.137 \text{ T/m} \quad \text{y} \quad P_{\text{diaf}} = 1.82 \text{ T} \\ V_{DC} &= (41.63 - 1.82) \text{ T} - 1.66 \text{ m} (3.137 \text{ T}) \\ &= 34.606 \text{ T} \end{aligned}$$



Superficie de rodadura (DW)

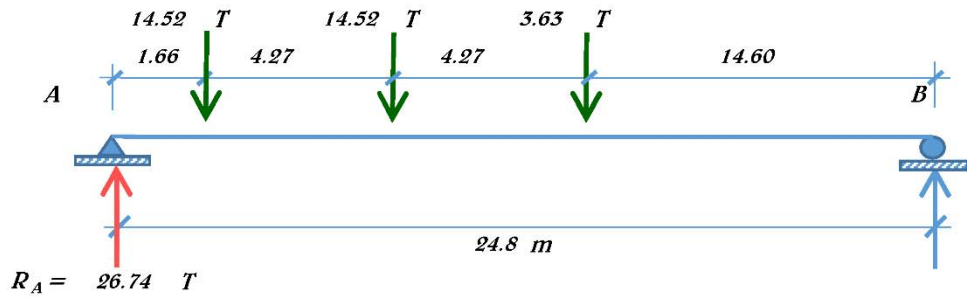
$$\begin{aligned}\text{Con } w_{DC} &= 0.235 \text{ T/m} \\ V_{DW} &= 2.916 \text{ T} - 1.66 \text{ m} (0.235 \text{ T/m}) \\ &= 2.5265 \text{ T}\end{aligned}$$



Carga viva (LL)

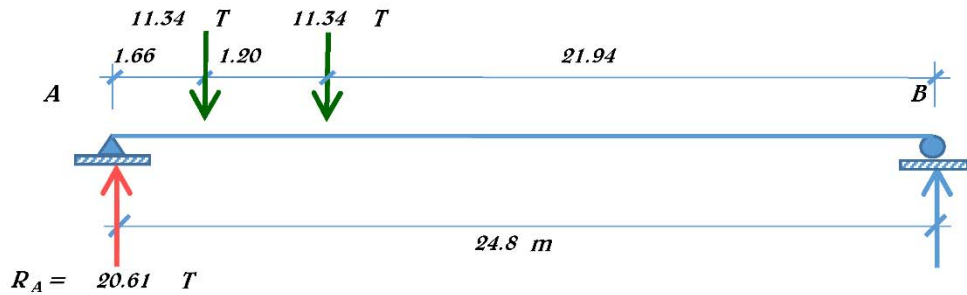
a) Camión de diseño

$$V = 26.74 \text{ T}$$



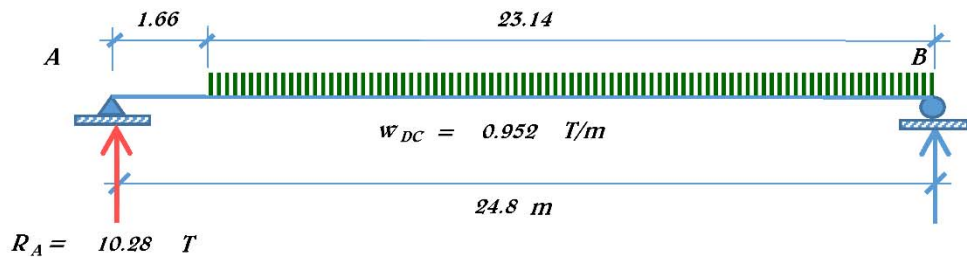
b) Tandem

$$V = 20.61 \text{ T}$$



c) Carga de carril

$$V = 10.28 \text{ T}$$



$$\text{Luego } V_{LL+IM} = 26.74 \text{ T} \times 1.33 + 10.28 \text{ T} = 45.84 \text{ T}$$

Distribución en viga interior:

Caso de un carril cargado:

$$g = 0.36 + \frac{S}{7.6} \quad (\text{Tabla 4.6.2.2.3a-1})$$

$$g = 0.36 + \frac{2.10}{7.6} = 0.64 \text{ m}$$

Caso de dos carriles cargados:

$$g = 0.20 + \frac{S}{3.6} - \left(\frac{S}{10.7} \right)^2 \quad (\text{Tabla 4.6.2.2.3a-1})$$

$$g = 0.20 + \frac{2.10}{3.6} - \left(\frac{2.10}{10.7} \right)^2 = 0.74 \text{ m} \quad (\text{CRÍTICO})$$

$$V_{LL+IM} = 45.84 \text{ T} \times 0.74 = 34.14 \text{ T}$$

Para el Diseño por Estado Límite de Resistencia I, con $n = n_D n_R n_I = 1$:

$$V_u = n [1.25 V_{DC} + 1.50 V_{DW} + 1.75 V_{LL+IM}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$V_u = 1 [1.25 \times 34.61 + 1.50 \times 2.526 + 1.75 \times 34.14] = 106.8 \text{ T}$$

Diseño de estribos en la sección crítica

$$\text{Cortante actuante} : V_u = 106,794 \text{ kg} \quad (5.8.2.1-2)$$

$$\text{Cortante resistente} : V_r = \phi V_n ; \phi = 0.9 \quad (5.5.4.2)$$

$$\text{Siendo } V_n \text{ el menor de: } \left\{ \begin{array}{l} V_n = V_c + V_s + V_p \\ V_n = 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \end{array} \right. \quad (5.8.3.3-1)$$

$$V_n = 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \quad (5.8.3.3-2)$$

$$\text{Cortante nominal resistente del concreto:} \quad \text{con } \beta = 2 \quad (5.8.3.3-3)$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_v d_v$$
$$V_c = 0.53 \sqrt{280} \times 55.0 \times 153.3 = 74.78 \text{ T}$$

Cortante nominal resistente del acero con $\phi = 45^\circ$ (Art. 5.8.3.4) y
ángulo de inclinación $\alpha = 90^\circ$:

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v}{s} \quad (5.8.3.3-4)$$

Utilizando estribos $\phi 1/2$ " espaciados cada 35.0 cm:

$$V_s = \frac{2.53 \times 4200 \times 153}{35.0} = 46,611 \text{ kg}$$

donde:

$s = 35.0 \text{ cm}$ (espaciamiento asumido de estribos)

$A_v = 2 \times 1.27 \text{ cm}^2 = 2.53 \text{ cm}^2$ (asumiendo 2 ramas $\phi 1/2$ ")

Componente nominal de la fuerza de pretensado

$$V_p = 0$$

El menor valor de V_n es $V_n = 121,393 \text{ kg}$. luego:

$$\left. \begin{aligned} V_n &= 74,782 \text{ kg} + 46,611 \text{ kg} + 0 \text{ kg} = 121,393 \text{ kg} \\ V_n &= 0.25 \times 280 \times 55.0 \times 153 + 0 = 590,256 \text{ kg} \end{aligned} \right\}$$

Cortante resistente total:

$$V_r = \phi V_n = 0.9 \times 74,782 + 0.9 \times 46,611 = 109,254 \text{ kg} > 106,794 \text{ kg} \quad \text{OK!}$$

Refuerzo transversal mínimo

$$A_{v\min} \geq 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y} \quad (5.8.2.5-1)$$

$$A_{v\min} \geq 0.27 \sqrt{280} \frac{55.0 \times 35.0}{4200} \text{ cm}^2$$

$$A_{v\min} = 2.07 \text{ cm}^2 < 2.53 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

Espaciamiento máximo del refuerzo transversal

(Art. 5.8.2.7)

$$v_u = \frac{V_u - \phi V_p}{\phi b_v d_v} \quad (5.8.2.9-1)$$

$$v_u = \frac{V_u}{\phi b_v d_v} = \frac{106794}{0.9 \times 55.0 \times 153} = 14.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

También:

$$\text{si } v_u < 0.125 f'_c \quad s_{\max} = 0.8 d_v \leq 60 \text{ cm} \quad (5.8.2.7-1)$$

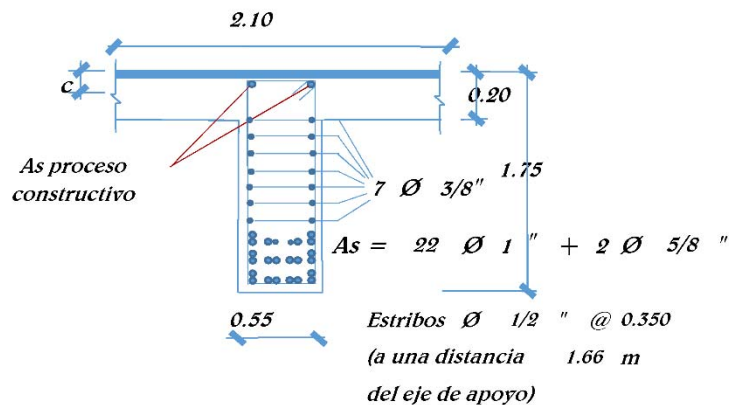
$$\text{si } v_u \geq 0.125 f'_c \quad s_{\max} = 0.4 d_v \leq 30 \text{ cm} \quad (5.8.2.7-2)$$

$$\text{Como } v_u = 14.1 \text{ kg/cm}^2 < 0.125 \times 280 \text{ kg/cm}^2 = 35.0 \text{ kg/cm}^2$$

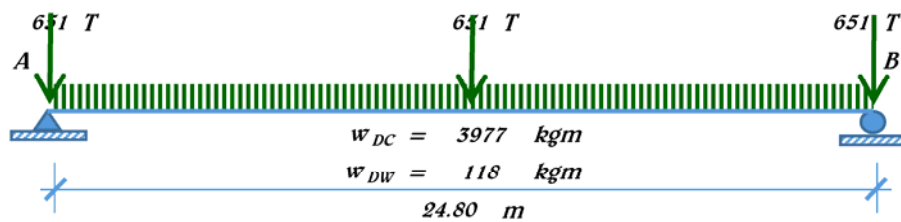
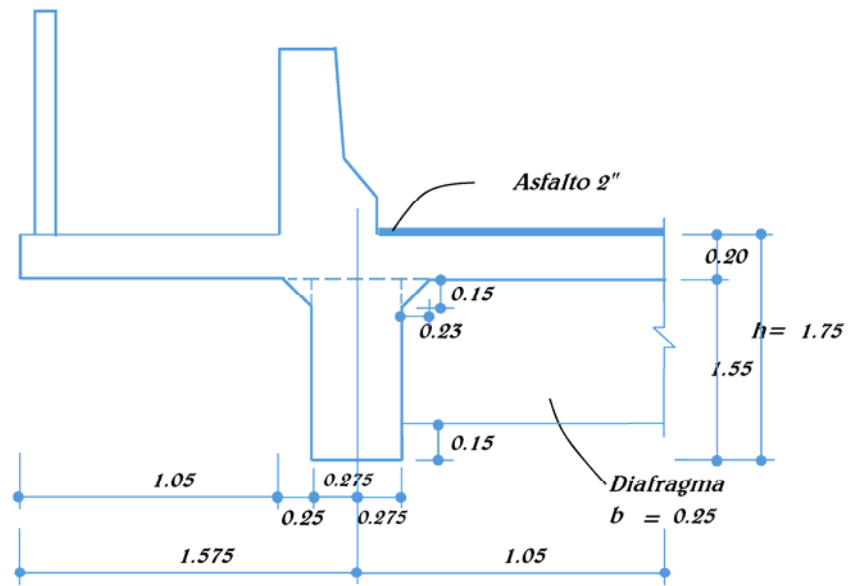
$$s_{\max} = 0.8 \times 153 = 123 \leq 60 \text{ cm}$$

$$s = 35.0 \text{ cm} < s_{\max} = 60.0 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

Luego, a una distancia 1.66 del apoyo (sección crítica por cortante) usar estribos $\phi 1/2'' @ 0.350$



III) DISEÑO DE VIGA PRINCIPAL EXTERIOR



A) Momento de flexión por cargas (viga interior)

Carga muerta (DC)

Cargas distribuidas

$$\begin{aligned}
 w_{\text{losa}} &= 0.20 \times 2.625 \times 2400 &= 1260 \text{ kg/m} \\
 w_{\text{viga}} &= 1.55 \times 0.55 \times 2400 &= 2046 \text{ kg/m} \\
 w_{\text{cart.}} &= 2 (0.50 \times 0.15 \times 0.23) \times 2400 &= 84 \text{ kg/m} \\
 w_{\text{barr.}} &= 0.202875 \times 2400 &= 487 \text{ kg/m} \\
 w_{\text{baran.}} &= 100 &= 100 \text{ kg/m} \\
 w_{\text{DC}} &= 3977 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$M_{\text{DC1}} = \frac{w_{\text{DC}} L^2}{8} = \frac{3.977 \times 25^2}{8} = 305.71 \text{ Tm}$$

***Nota.-** Según el Art. 4.6.2.2.1, las cargas permanentes del tablero (como es el caso del peso de las barreras) se pueden distribuir uniformemente entre todas las vigas. Sin embargo asumiremos que las barreras están soportadas íntegramente por las vigas exteriores.

Cargas Puntuales

Colocando **3** diafragmas a lo largo de toda la viga: **2** en apoyos y **1** en el centro de la luz, se tiene:

$$P_{\text{diaf}} = (1.75 - 0.20 - 0.15)(1.05 - 0.28)(0.25) \times 2400 = 651 \text{ kg}$$

$$M_{\text{DC2}} = \frac{P_{\text{diaf}} L}{4} = \frac{0.65 \text{ T} \times 24.8 \text{ m}}{4} = 4.04 \text{ Tm}$$

$$\text{Luego } M_{\text{DC}} = M_{\text{DC1}} + M_{\text{DC2}} = 305.71 + 4.04 = 309.75 \text{ Tm}$$

Carga por superficie de rodadura (DW)

$$W_{\text{asf } 2''} = 0.05 \times 1.05 \times 2240 = 118 \text{ kg/m}$$

$$M_{\text{DW}} = \frac{w_{\text{DW}} L^2}{8} = \frac{0.1176 \times 24.8^2}{8} = 9.04 \text{ Tm}$$

Carga viva y efecto de carga dinámica (LL + IM)

De la tabla APÉNDICE II-B, para vehículo HL-93, y con la consideración de carga dinámica en estado límite de resistencia:

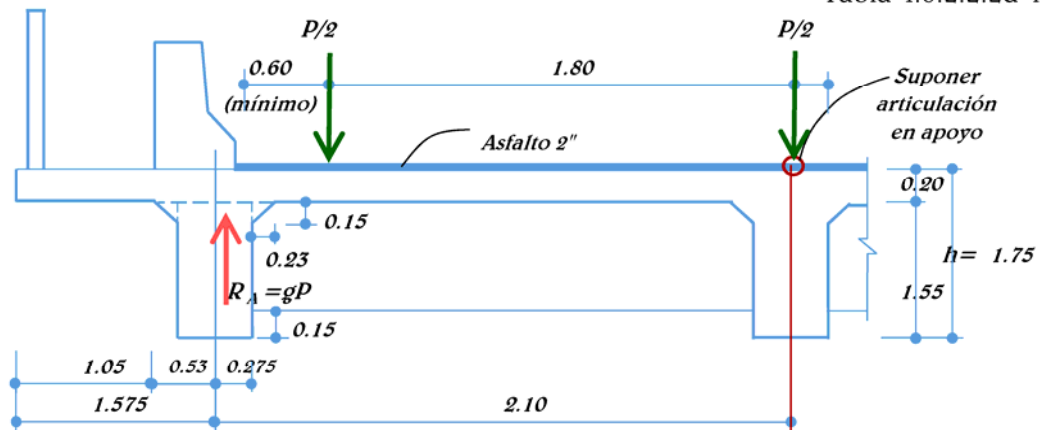
$$M_{\text{LL+IM}} = 295.04 \text{ Tm} \quad (\text{a } 0.30\text{m del centro de la luz})$$

Usaremos de modo conservador este momento aun cuando no ocurre en el centro.

El % de momento g que se distribuye a una viga exterior es:

a) Ley de Momentos (regla de la palanca), caso de un carril cargado:

Tabla 4.6.2.2.2d-1



$$R_A = \left(\frac{1.80}{2.10} + \frac{0.46}{2.10} \right) \left(\frac{P}{2} \right) = 0.539 P$$

Luego $g = 0.539$, factor a ser usado en el diseño por Fatiga al no estar afectado por el factor de presencia múltiple.

Para los estados límites de Resistencia y Servicio, eliminamos el factor de presencia múltiple $m = 1$:

$$g = 0.539 (1) = 0.539$$

b) Caso dos o más carriles de diseño cargados

Tabla 4.6.2.2.2d-1

$$g = e (g_{int})$$

Donde:

d_e = distancia desde el eje central de la viga exterior a la cara interior de la barrera = 0.000 m

$$e = 0.77 + \frac{d_e}{2.80} \quad (\text{Tabla 4.6.2.2d-1})$$

$$e = 0.77 + \frac{0.00}{2.80} = 0.77 \text{ m}$$

$$g_{int} = 0.621 \text{ (ver diseño de viga interior)}$$

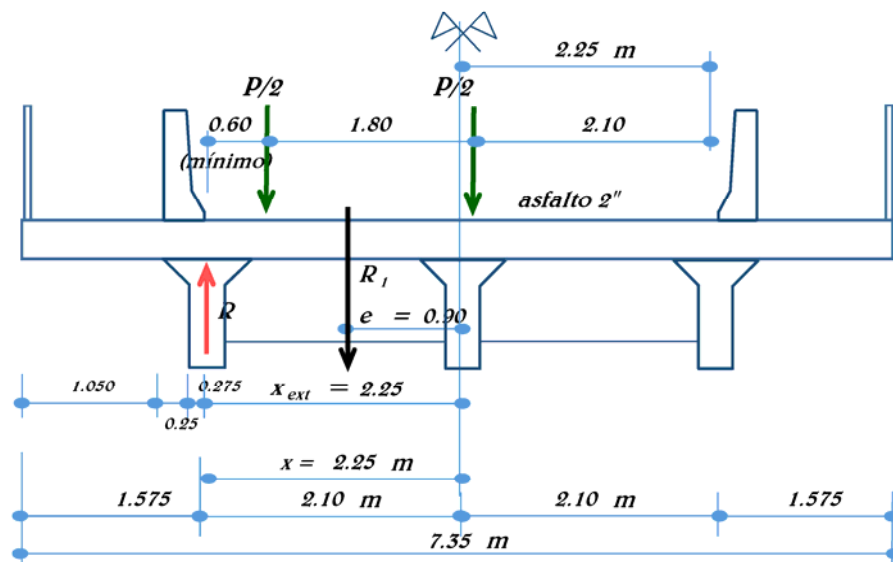
Luego: $g = 0.770 (0.621) = 0.478$

c) Caso puentes de viga y losa con diafragmas rigidamente conectados

Apéndice III-C

$$R = \frac{N_L}{N_b} + \frac{X_{ext} \sum e}{\sum x^2} \quad (C4.6.2.2d-1)$$

c.1) Un carril cargado: (ancho de carril = 2.25 m) :



Con:

R = reacción sobre la viga exterior en términos de carril

N_L = número de carriles cargados = 1

N_b = número de vigas = 3

e = excentricidad del camión de diseño o carga de carril respecto del centro de gravedad del conjunto de vigas = 0.90 m

X_{ext} = distancia horizontal desde el centro de gravedad del conjunto de vigas hasta la viga exterior = 2.25 m

x = distancia horizontal desde el centro de gravedad del conjunto de vigas hasta cada viga.

$$R = \frac{1}{3} + \frac{2.25 \text{ m} \times 0.90 \text{ m}}{2 [(2.25 \text{ m})^2]} = 0.533$$

m = 1 : (solo hay espacio para un carril)

$$g = R = 1.0 \times 0.533 = 0.533$$

$$g = 0.533$$

d) Seleccionamos para el estado limite de resistencia el factor de distribución de momento,

$$M_{LL+IM} = 0.539 \times 295.04 \text{ Tm} = 158.94 \text{ Tm}$$

B) Resumen de momentos flectores y criterios LRFD aplicables

(Tabla 3.4.1-1)

RESUMEN DE MOMENTOS POSITIVOS POR CARGAS EN F

| Carga | M(+) Tm | Y | | |
|---------|------------|---------------|------------|----------|
| | | Resistencia I | Servicio I | Fatiga I |
| DC | 309.75 | 1.25 | 1.00 | 0.00 |
| DW | 9.04 | 1.50 | 1.00 | 0.00 |
| LL + IM | 158.94 | 1.75 | 1.00 | 1.50 |

Resistencia I: $U = n[(1.25) DC + (1.50) DW + 1.75 LL + IM]$

Servicio I: $U = n[(1.00) DC + (1.00) DW + 1.00 LL + IM]$

Fatiga I: $U = n[1.50 LL + IM]$

C) Cálculo del Acero Principal

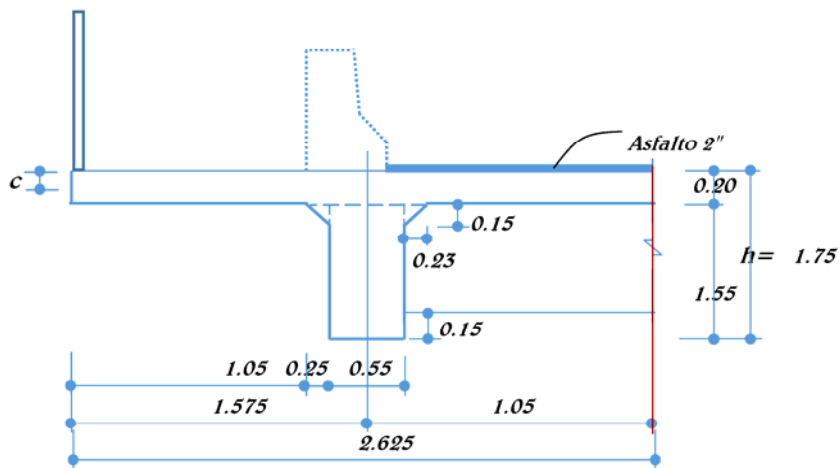
Para el estado límite de Resistencia I, con $n = n_D n_R n_I = 1$

$$\text{Mu} = n [1.25 M_{\text{DC}} + 1.50 M_{\text{DW}} + 1.75 M_{\text{LL+IM}}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$\text{Mu} = 1.25 \times 309.75 + 1.50 \times 9.04 + 1.75 \times 158.94 = 678.89 \text{ Tm}$$

Seguimos el procedimiento del Apéndice III-B , determinamos si la viga trabaja como Tee ó como rectangular:

Tomamos como ancho efectivo el ancho tributario de la viga Tee:



$$b_{\text{efec}} = b = 2.625 \text{ m} \quad (\text{Art. 4.6.2.6})$$

Luego, suponiendo $c = t = 0.20$

$$a = 0.85c = 0.85 \times 20.0 = 17.0 \text{ cm}$$

$$\text{Con } d \approx 0.85h = 157.9 \text{ cm}$$

$$A_s(+) = \frac{678.89 \times 100000}{0.9 \times 4200 (158 - 8.5)}$$

$$A_s(+) = 120.23 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{120.23}{263 \times 158} = 0.00290$$

$$c_b = 1.18 \frac{\rho f_y d}{0.85 f'_c} = 1.18 \times \frac{0.0029 \times 4200 \times 158}{0.85 \times 280} = 9.54 \text{ cm}$$

$c_b \leq c_{\text{asumido}}$; Por lo tanto: Se diseñará como viga rectangular

$$A_s(-) = \frac{678.89 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times (158 - 3.9)} = 116.65 \text{ cm}^2$$

Usar 22 Ø 1"

2 Ø 3/4"

$$22 \times 5.07 \text{ cm}^2 =$$

$$2 \times 2.85 \text{ cm}^2 =$$

117.2 cm²

$$a = \frac{116.65 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 263} = 7.84 \text{ cm}$$

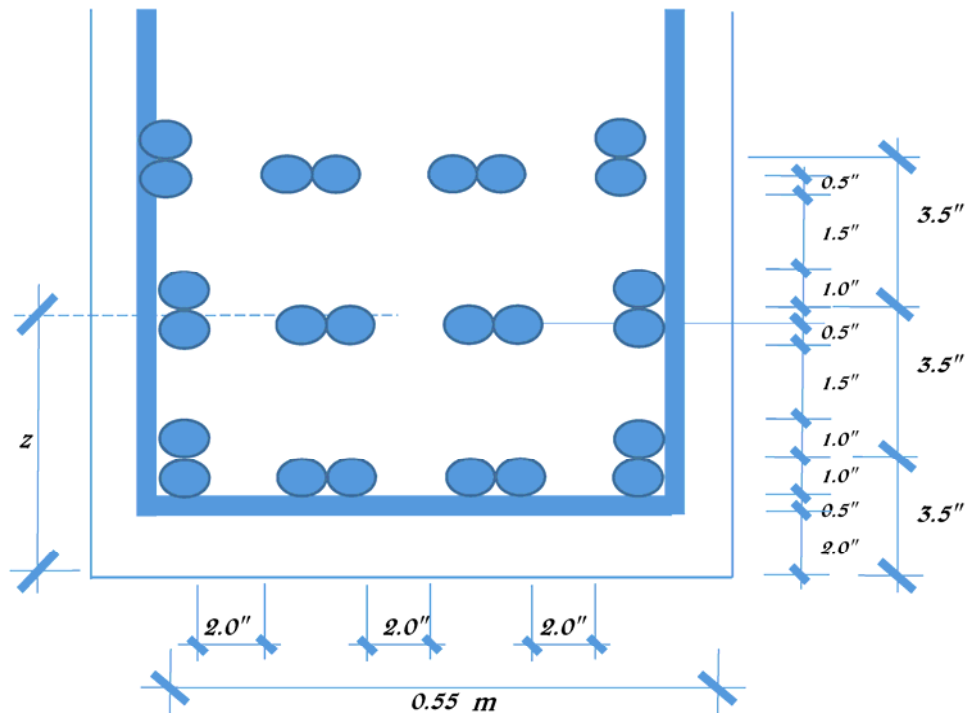
$$\text{También como } c = a/\beta_1 = 9.23 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_t}{c} - 1 \right) \leq 0.9 \quad (5.5.5.2.1-2 \text{ y fig. C5.5.4.2.1-1})$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{158}{9.23} - 1 \right) = 3.07 \leq 0.9 \quad \text{OK!}$$

Luego, $\phi = 0.9$ como lo supuesto.

Utilizando varillas $A_s = 22 \text{ } \phi 1" + 2 \text{ } \phi 3/4"$ con la distribución que se muestra a continuación, estribos $\phi 1/2"$ y recubrimiento $r = 5.00 \text{ cm}$, según la Tabla 5.12.3-1.



Cálculo de "z":

Tomando momentos en la base de la viga, siendo $A = 0.79 \text{ pulg}^2$:

$$24 A z = 4 A \times 3.5'' + 4 A \times 7.0'' + 4 A \times 10.5'' + 4 A \times 3.0'' \\ + 4 A \times 6.5'' + 2 A \times 10.0'' + 2 A \times 9.9'' \\ z = 6.74'' = 17.12 \text{ cm}$$

$d = 157.88 \text{ cm}$, como lo asumido

As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

As mínimo (Art. 5.7.3.3.2)

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

a) $M_{cr} = 1.1 (\text{fr } S) = 1.1 (33.63 \times 1339844) = 495.70 \text{ Tm}$

Siendo:

$$\text{fr} = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 2.01 \sqrt{280} = 33.63 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 263 \times 175^2 / 6 = 1339844 \text{ cm}^3$$

b) $1.33 M_u = 1.33 \times 678.9 = 902.92 \text{ Tm}$

El menor valor es 495.70 Tm ,y la cantidad de acero propuesta:

$A_s = 117.18 \text{ cm}^2$,y resiste:

$$a = \frac{117.18 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 263} = 7.9 \text{ cm}$$

$$M_u(-) = 0.9 \times 117.18 \times 4200 \times (157.88 - 7.88) = 664.41 \text{ Tm}$$

Luego: $M_u 664.41 > 495.70$ OK!

Armadura de contracción y temperatura

(Art.5.10.8)

En el alma de la viga T, en las caras laterales, se colocará acero de temperatura:

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 \ b \ h}{2 \ (\ b + h \)} \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 \times 55 \times 175}{2 \ (\ 55 + 175 \)} = 3.77 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{en cada cara})$$

$$\text{Además:} \quad 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s \text{ temp}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Se usará } A_{s \text{ temp}} = 3.77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para el espacio de $1.75 - 0.20 - 0.15 = 1.40 \text{ m}$, se tiene:

$$A_{s \text{ temp}} = 3.77 \text{ cm}^2/\text{m} \times 1.40 \text{ m} = 5.27 \text{ cm}^2$$

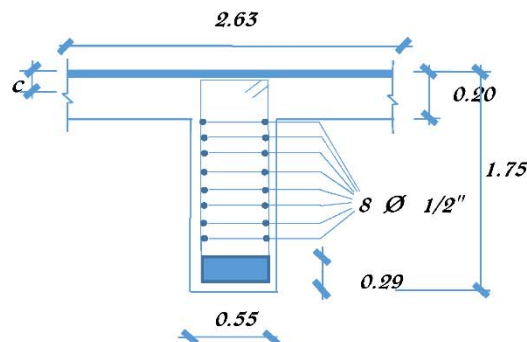
Usaremos por cara: $8 \ \varnothing \ 3/8'' \ (\ 5.70 \text{ cm}^2 \)$, que cumple

$$s = \frac{0.71}{3.77} = 15.00 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 3t = 3 \times 0.6 = 1.65 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 45 \text{ cm}$$

(Art.5.10.8)



D) Revisión de fisuración por distribución de armadura (Art. 5.7.3.4)

Momento actuante

Usando la sección agrietada de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, siendo $n = n_D n_R n_I = 1$

$$M_S = n[(1) M_{DC} + (1) M_{DW} + (1) M_{LL+IM}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_S = 1 [1 \times 309.75 + 1 \times 9.04 + 1 \times 158.94]$$

$$M_S = 477.73 \text{ Tm}$$

Ubicación del eje neutro:

$$E_s = 2.04 \text{E}+06 \text{ kg/cm}^2$$

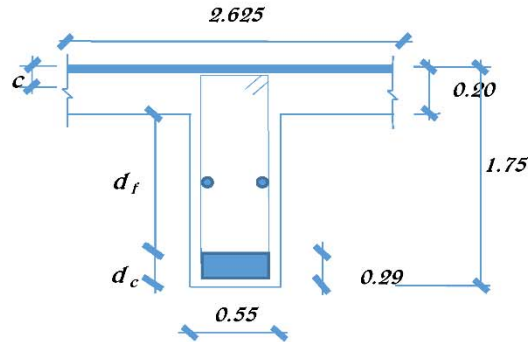
$$E_c = 15300 \sqrt{f'_c} = 15300 \sqrt{280} = 256018 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2040000}{256018} = 8$$

$$d_c = \text{recub} + \varnothing_{\text{estribo}} + \varnothing/2$$

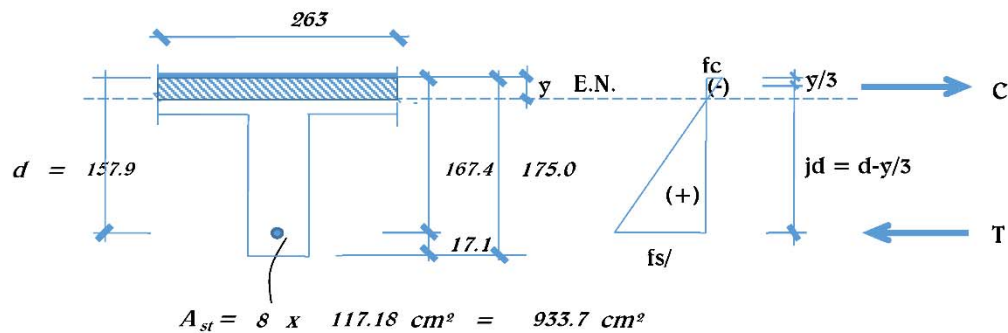
$$d_c = 5 + 1.27 + \frac{2.54}{2} = 7.62 \text{ cm}$$

$$d_l = 175 \text{ cm} - 7.62 \text{ cm} = 167 \text{ cm} < 90 \text{ cm} \text{ , requiere Ask (Art. 5.7.3.4)}$$



Área de acero transformada:

$$A_{st} = \text{relación modular} \times \text{área de acero} = 8 \times 117.18 \text{ cm}^2 = 933.68 \text{ cm}^2$$



Momentos respecto del eje neutro (E.N.) para determinar y:

$$263 \times y (y/2) = 934 (157.88 - y)$$

$$f(y) = y (y/2) - 934 (157.88 - y)$$

$$f(y) = 0$$

$$y = 30.14 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de Servicio

El brazo jd entre las cargas es:

$$jd = d - \frac{y}{3} = 157.88 \text{ cm} - \frac{30.14 \text{ cm}}{3} = 147.83 \text{ cm}$$

Luego el esfuerzo del acero es:

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(jd) A_s} = \frac{477.73 \times 10^5}{(147.83)(117.18)} = 2758 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.6 \times f_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Separación máxima de la armadura

$$s_{\max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2 d_c \quad (5.7.3.4-1)$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7 (h - d_c)} = 1 + \frac{7.62}{0.7 (175.00 - 7.62)} = 1.07$$

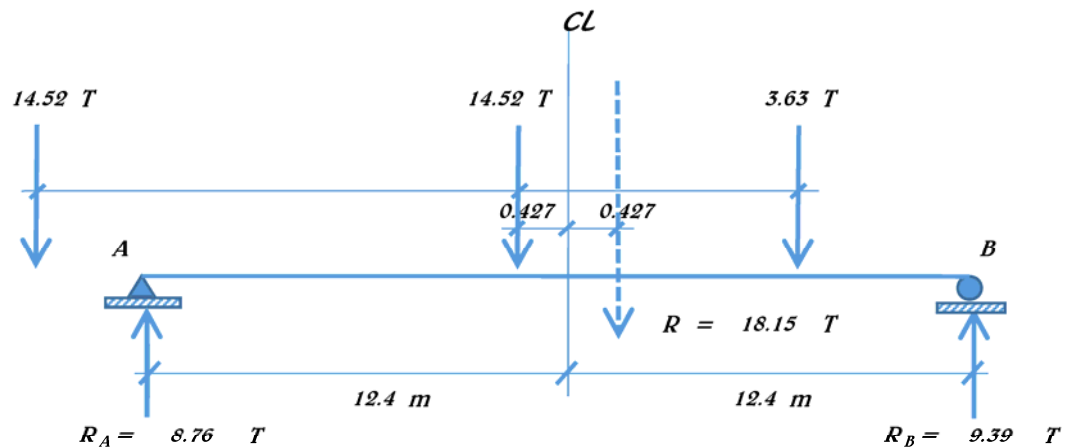
Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$

$$s_{\max} = \frac{125000 \times 1.00}{1.07 \times 2758} - 2 \times 7.62 = 40.56 \text{ cm} > 5.00 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

E) Fatiga

E.1) Carga de Fatiga

Se calcula con un camión de diseño con una separación constante de 9 m entre los ejes de 14.8 T (Art. 3.6.1.4.1), ocupando una sola vía. No se aplica el factor de presencia múltiple (Art.3.6.1.1.2)



$$M_{LL} = 8.76 \text{ T} (12.4 \text{ m} - 0.427 \text{ m}) = 104.9 \text{ Tm}$$

$$M_{LL+IM} = 1.15 (104.9 \text{ Tm}) = 120.65 \text{ Tm} \quad (\text{ó ver Tabla Ap. II-B})$$

Considerando la distribución g de sobrecarga para un solo carril, eliminando el factor de presencia múltiple de 1.2 (Art.3.6.1.1.2), se tiene:

$$g_{\text{fat}} = 0.470 / 1.2 = 0.392$$

$$M_{LL+IM} = 0.392 (120.65 \text{ Tm}) = 47.25 \text{ Tm}$$

Para el diseño por Fatiga I, con $n = n_D \quad n_R \quad n_I = 1 :$

$$M_{\text{fat}} = n (1.50 M_{LL+IM}) \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_{\text{fat}} = 1 (1.50 \times 47.25 \text{ Tm}) = 70.88 \text{ Tm}$$

E.2) Sección fisurada

Se utiliza la sección fisurada si la suma de esfuerzos debido a cargas permanentes no mayoradas más la combinación de carga de Fatiga I, da por resultado una tensión de tracción mayor que $0.80\sqrt{f'_c}$ (Art.5.5.3)

$$f_{tracc} = 0.80 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 0.80\sqrt{280} \text{ kg/cm}^2 = 13.39 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo debido a cargas permanentes no mayoradas mas la combinación de carga de Fatiga I en una franja interior:

$$\begin{aligned} M'_{fat} &= M_{DC} + M_{DW} + M_{fat} \\ M'_{fat} &= 309.75 \text{ Tm} + 9.04 \text{ Tm} + 70.88 \text{ Tm} = 389.67 \text{ Tm} \end{aligned}$$

$$f_{fat} = \frac{M'_{fat}}{S} = \frac{389.67 \times 10^5 \text{ kg-cm}}{1339844 \text{ cm}^3} = 29.08 \text{ kg/cm}^2$$

Como $f_{fat} = 29.08 \text{ kg/cm}^2 > 13.39 \text{ kg/cm}^2$, se usará la sección agrietada.

E.3) Verificación de esfuerzos

Esfuerzo en el refuerzo debido a la carga viva:

$$\text{Con } A_s = 22 \text{ } \varnothing \text{ 1 " } = 117.18 \text{ cm}^2 \text{ y } jd = 147.83 \text{ cm}$$

$$f_{LL} = \frac{M_{fat}}{A_s \times jd} = \frac{309.75 \times 10^5 \text{ kg-cm}}{117.18 \text{ cm}^2 \times 147.83 \text{ cm}} = 1788 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo en el refuerzo debido a la carga permanente:

$$f_{LL} = \frac{M_{DC+DW}}{A_s \times jd} = \frac{(309.75 + 9.04) \times 10^5}{117.18 \times 147.83} = 1840 \text{ kg/cm}^2$$

Rangos de esfuerzo:

El esfuerzo mínimo es el esfuerzo por carga viva mínimo combinado con el esfuerzo por carga permanente:

$$f_{\min} = 0 + 1840 \text{ kg/cm}^2 = 1840 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo máximo es el esfuerzo por carga viva máximo combinado con el esfuerzo por carga permanente:

$$f_{\min} = 1788 + 1840 \text{ kg/cm}^2 = 3628 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{El rango máximo de esfuerzos es: } f = f_{\max} - f_{\min} = 1788 \text{ kg/cm}^2$$

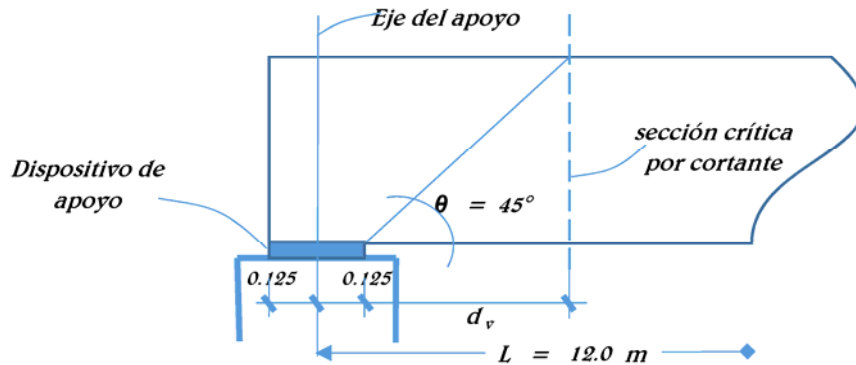
$$\text{El rango límite es: } f_{\limite} = 1687 - 0.33 f_{\min} \quad (5.5.3.2-1)$$

$$\text{Luego: } f_{\limite} = 1687 - 0.33 \times 1840 = 1080 \text{ kg/cm}^2 > 1788 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK!}$$

F) Diseño por corte (viga interior)

Sección crítica por corte cerca al apoyo extremo

De acuerdo al Art. 5.8.3.2, cuando la reacción en dirección del cortante aplicado introduce compresión en la región extrema, la sección crítica por corte se localiza a una distancia d_v desde la cara interna del apoyo.



Determinación del peralte efectivo por corte (Art. 5.8.2.9)

$$d_v = \text{peralte de corte efectivo} = d_e - \frac{a}{2} = 158 - \frac{7.84}{2} = 154 \text{ cm}$$

$$\begin{cases} \text{no menor que el} \\ \text{mayor valor de} \end{cases} \begin{cases} 0.90 d_e = 0.90 (158 \text{ cm}) = 142 \text{ cm} \\ 0.72 h = 0.72 (175 \text{ cm}) = 126 \text{ cm} \end{cases}$$

La sección crítica por corte se ubica desde el eje de apoyo:

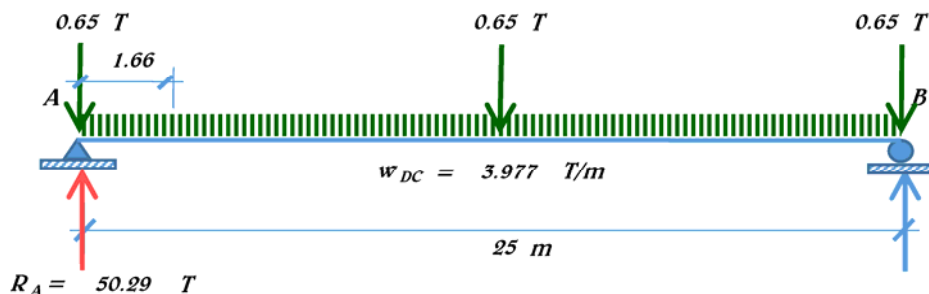
$$0.125 \text{ m} + 1.5396 \text{ m} = 1.66 \text{ m}$$

A la distancia 1.66 m

Carga muerta (DC)

$$\text{Con } w_{DC} = 3.977 \text{ T/m} \quad \text{y} \quad P_{\text{diaf}} = 0.65 \text{ T}$$

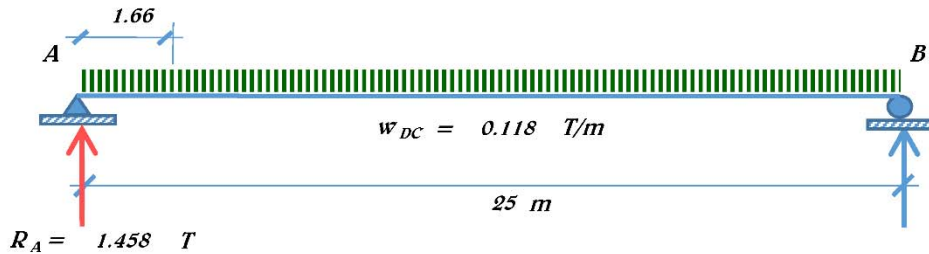
$$\begin{aligned} V_{DC} &= (50.29 - 0.65) \text{ T} - 1.66 \text{ m} (3.977 \text{ T}) \\ &= 43.015 \text{ T} \end{aligned}$$



Superficie de rodadura (DW)

Con $w_{DC} = 0.118 \text{ T/m}$

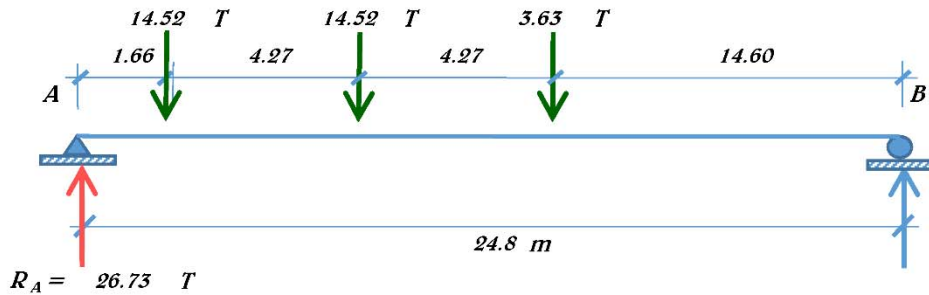
$$\begin{aligned} V_{DW} &= 1.458 \text{ T} - 1.66 \text{ m} (0.118 \text{ T/m}) \\ &= 1.2625 \text{ T} \end{aligned}$$



Carga viva (LL)

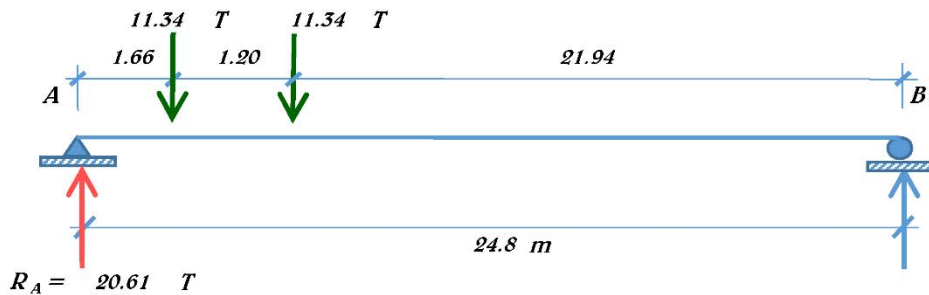
a) Camión de diseño

$$V = 26.73 \text{ T}$$



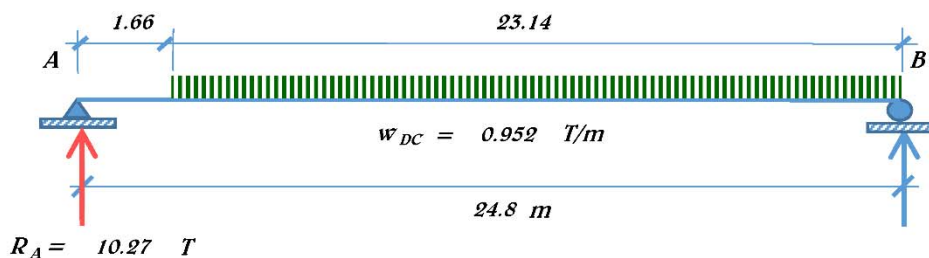
b) Tandem

$$V = 20.61 \text{ T}$$



c) Carga de carril

$$V = 10.27 \text{ T}$$

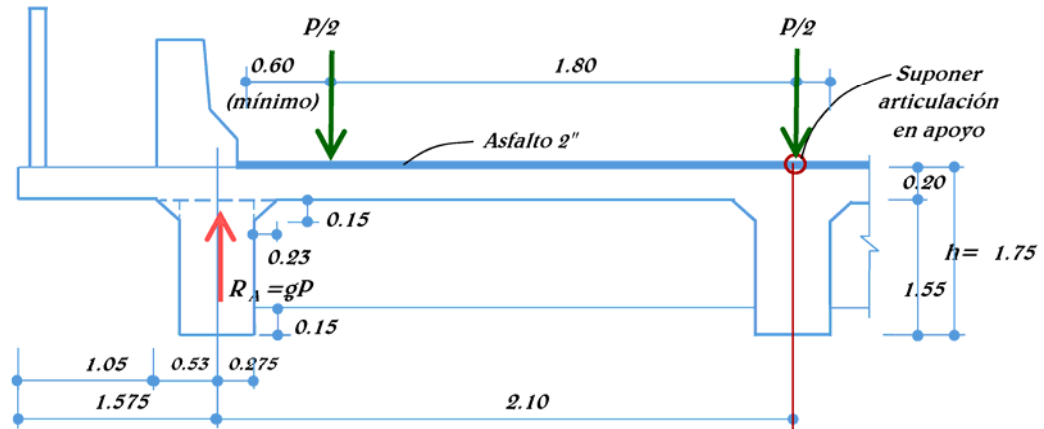


$$\text{Luego } V_{LL+IM} = 26.73 \text{ T} \times 1.33 + 10.27 \text{ T} = 45.8 \text{ T}$$

El % de cortante g que se distribuye a una viga exterior es:

a) Ley de Momentos (regla de la palanca), caso de un carril cargado:

Tabla 4.6.2.2d-1



$$R_A = \left(\frac{1.80}{2.10} + \frac{0.46}{2.10} \right) \left(\frac{P}{2} \right) = 0.5 P$$

Luego $g = 0.539$, factor a ser usado en el diseño por Fatiga al no estar afectado por el factor de presencia múltiple.

Para los estados límites de Resistencia y Servicio, eliminamos el factor de presencia múltiple $m = 1.2$:

$$g = 0.539 (1.0) = 0.539$$

b) Caso dos o más carriles de diseño cargados

Tabla 4.6.2.2d-1

$$g = e (g_{int})$$

Donde:

d_e = distancia desde el eje central de la viga exterior a la cara interior de la barrera = 0.000 m

$$e = 0.77 + \frac{d_e}{2.80}$$

(Tabla 4.6.2.2d-1)

$$e = 0.77 + \frac{0.00}{2.80} = 0.77 \text{ m}$$

$$g_{int} = 0.621 \text{ (ver diseño de viga interior)}$$

Luego:

$$g = 0.770 (0.621) = 0.478$$

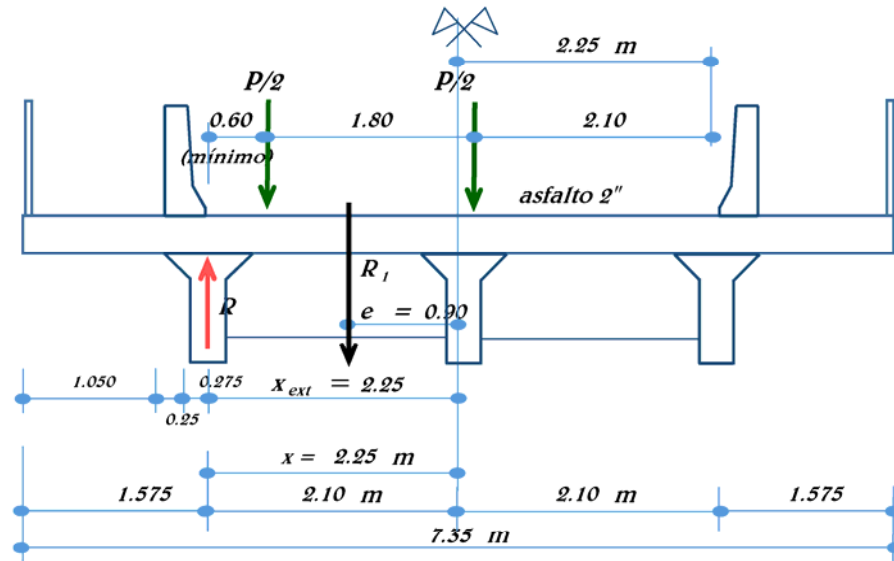
c) Caso puentes de viga y losa con diafragmas rígidamente conectados

Apéndice III-C

$$R = \frac{N_L}{N_b} + \frac{X_{ext} \sum e}{\sum x^2}$$

(C4.6.2.2d-1)

c.1) Un carril cargado: (ancho de carril = 2.25 m) :



Con:

R = reacción sobre la viga exterior en términos de carril

N_L = número de carriles cargados = 1

N_b = número de vigas = 3

e = excentricidad del camión de diseño o carga de carril respecto del centro de gravedad del conjunto de vigas = 0.90 m

x_{ext} = distancia horizontal desde el centro de gravedad del conjunto de vigas hasta la viga exterior = 2.25 m

x = distancia horizontal desde el centro de gravedad del conjunto de vigas hasta cada viga.

$$R = \frac{1}{3} + \frac{2.25 \text{ m} \times 0.90 \text{ m}}{2 \left[(2.25 \text{ m})^2 \right]} = 0.533$$

(ver también Apéndice III-C)

Con el factor de presencia múltiple $m = 1$: (solo hay espacio para un carril)

$$g = R = 1.0 \times 0.533 = 0.533$$

El factor de distribución crítico es: $g = 0.533$

d) Seleccionamos para el estado límite de resistencia el factor de distribución de momento,

$$M_{LL+IM} = 0.539 \times 45.82 \text{ Tm} = 24.68 \text{ Tm}$$

Para el Diseño por Estado Límite de Resistencia I, con $n = n_D n_R n_I = 1$:

$$V_u = n \left[1.25 V_{DC} + 1.50 V_{DW} + 1.75 V_{LL+IM} \right] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$V_u = 1 \left[1.25 \times 43.01 + 1.50 \times 1.262 + 1.75 \times 24.68 \right] = 98.86 \text{ T}$$

G) Diseño por corte (viga exterior)

Diseño de estribos en la sección crítica

$$\text{Cortante actuante} : V_u = 98,858 \text{ kg} \quad (5.8.2.1-2)$$

$$\text{Cortante resistente} : V_r = \phi V_n ; \phi = 0.9 \quad (5.5.4.2)$$

$$\text{Siendo } V_n \text{ el menor de: } \left\{ \begin{array}{l} V_n = V_c + V_s + V_p \\ V_n = 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \end{array} \right. \quad (5.8.3.3-1)$$

$$V_n = 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \quad (5.8.3.3-2)$$

$$\text{Cortante nominal resistente del concreto:} \quad \text{con } \beta = 2 \quad (5.8.3.3-3)$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_v d_v$$
$$V_c = 0.53 \sqrt{280} \times 55.0 \times 154.0 = 75.1 \text{ T}$$

$$\text{Cortante nominal resistente del acero} \quad \text{con } \phi = 45^\circ \text{ (Art. 5.8.3.4) } y$$
$$\text{ángulo de inclinación } \alpha = 90^\circ :$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v}{s} \quad (5.8.3.3-4)$$

Utilizando estribos $\phi 1/2$ " espaciados cada 35.0 cm:

$$V_s = \frac{2.53 \times 4200 \times 154}{35.0} = 46,808 \text{ kg}$$

donde:

$s = 35.0 \text{ cm}$ (espaciamiento asumido de estribos)

$A_v = 2 \times 1.27 \text{ cm}^2 = 2.53 \text{ cm}^2$ (asumiendo 2 ramas $\phi 1/2$ ")

$$\text{Componente nominal de la fuerza de pretensado} \quad V_p = 0$$

$$\text{El menor valor de } \left\{ \begin{array}{l} V_n = 75098 \text{ kg} + 46,808 \text{ kg} + 0 \text{ kg} = 121,905 \text{ kg} \\ V_n = 0.25 \times 280 \times 55.0 \times 154 + 0 = 592,747 \text{ kg} \end{array} \right.$$

es $V_n = 121,905 \text{ kg}$. luego:

Cortante resistente total:

$$V_r = \phi V_n = 0.9 \times 75098 + 0.9 \times 46,808 = 109,715 \text{ kg} > 98,858 \text{ kg}$$

OK!

Refuerzo transversal mínimo

$$A_{vmin} \geq 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y} \quad (5.8.2.5-1)$$

$$A_{vmin} \geq 0.27 \sqrt{280} \frac{55.0 \times 35.0}{4200} \text{ cm}^2$$

$$A_{vmin} = 2.07 \text{ cm}^2 < 2.53 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

Espaciamiento máximo del refuerzo transversal

(Art. 5.8.2.7)

$$v_u = \frac{V_u - \phi V_p}{\phi b_v d_v} \quad (5.8.2.9-1)$$

$$v_u = \frac{V_u}{\phi b_v d_v} = \frac{98857.6}{0.9 \times 27.5 \times 154} = 25.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

También:

$$\text{si } v_u < 0.125 f'_c \quad s_{\text{máx}} = 0.8 \quad d_v \leq 60 \text{ cm} \quad (5.8.2.7-1)$$

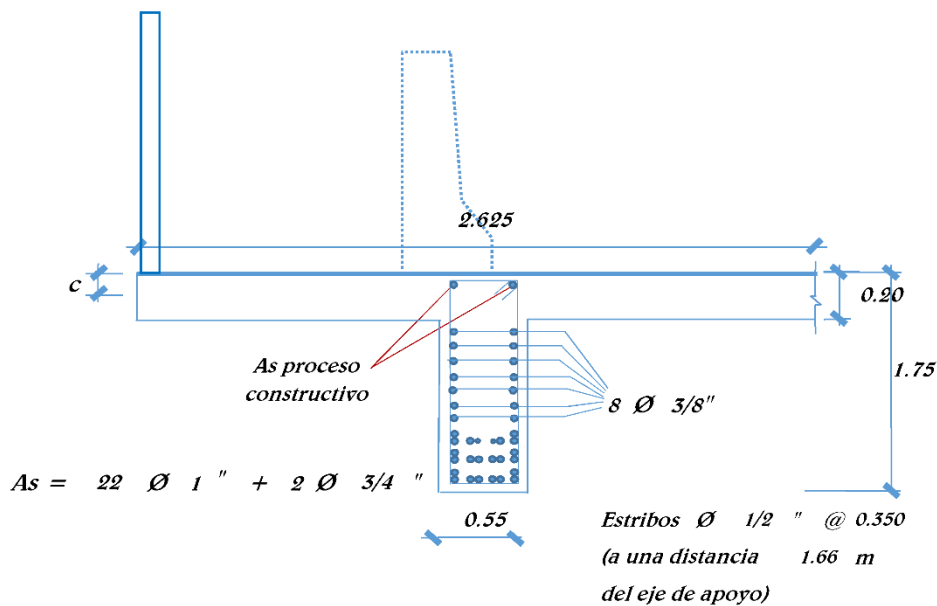
$$\text{si } v_u \geq 0.125 f'_c \quad s_{\text{máx}} = 0.4 \quad d_v \leq 30 \text{ cm} \quad (5.8.2.7-2)$$

$$\text{Como } v_u = 25.9 \text{ kg/cm}^2 < 0.125 \times 280 \text{ kg/cm}^2 = 35.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$s_{\text{máx}} = 0.8 \times 154 = 123 \leq 60 \text{ cm}$$

$$s = 35.0 \text{ cm} < s_{\text{máx}} = 60.0 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

Luego, a una distancia 1.66 del apoyo (sección crítica por cortante) usar estribos $\phi 1/2'' @ 0.350$



IV) DISEÑO DE LOSA EN VOLADIZO

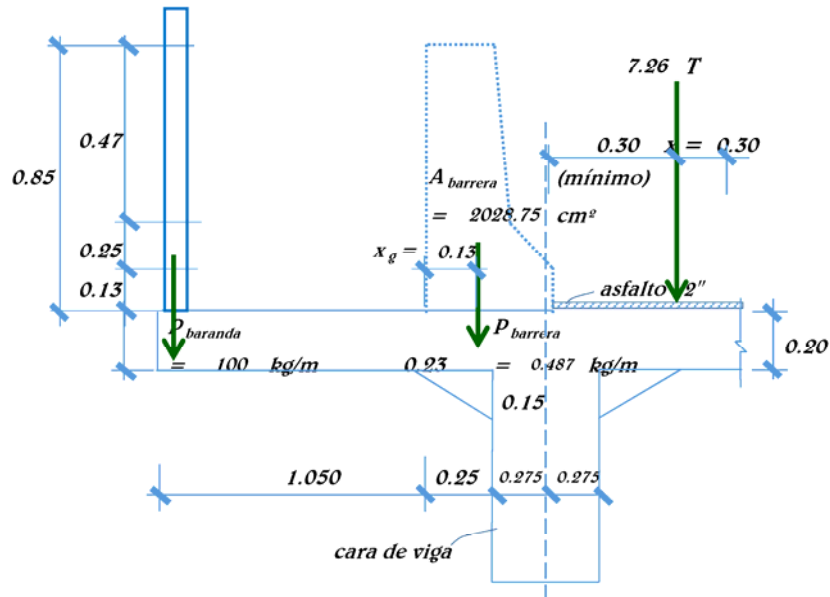
A) Criterios LRFD aplicables

(Tabla 3.4.1-1)

Resistencia I: $U = n [1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.75 (\text{LL} + \text{IM})]$

Evento Extremo II: $U = n [1.00 \text{ DC} + 1.00 \text{ DW} + 1.00 (\text{LL} + \text{IM})]$

B) Momentos de flexión por cargas (franja de 1.0m de ancho)



Considerando el momento flector en la cara de viga se tiene:

Carga muerta (DC):

$$w_{\text{losa}} = 0.20 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/cm}^3 = 480.0 \text{ kg/m}$$

$$M_{\text{DC},1} = \frac{w_{\text{losa}} L^2}{2} = \frac{480 \times 1.30^2}{2} = 405.6 \text{ kg-m}$$

$$P_{\text{cartela}} = 1/2 \times 0.23 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2,400 \text{ kg/m}^2 = 41.8 \text{ kg}$$

$$M_{\text{DC},2} = 41.8 \text{ kg} \times (0.23 / 3) = 3.2 \text{ kg-m}$$

$$P_{\text{barrera}} = 0.202875 \text{ m}^2 \times 1.00 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 486.9 \text{ kg}$$

$$M_{\text{DC},3} = P_b (L - x_g) = 486.9 \text{ kg} (0.250 \text{ m} - 0.13 \text{ m}) = 58.43 \text{ kg-m}$$

$$P_{\text{baranda}} = 100 \text{ kg/m} \times 1.00 \text{ m} = 100 \text{ kg}$$

$$M_{\text{DC},4} = P_b (L) = 100 \text{ kg} (0.250 \text{ m} + 1.05 \text{ m}) = 130 \text{ kg-m}$$

$$\text{Luego: } M_{\text{DC}} = 406 + 3.2 + 58 + 130 = 467 \text{ kg-m}$$

Carga por superficie de rodadura (DW):

$$W_{\text{asf } 2''} = 0.05 \times 1.00 \times 2240 = 112 \text{ kg/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{DW} L^2}{2} = \frac{112 \times 0.3^2}{2} = 3.50 \text{ kg-m}$$

Carga viva (LL):

$$W_{\text{peat}} = 300 \times 1.00 = 300 \text{ kg/m}$$

$$M_{LL\text{peat}} = \frac{w_{DW} L^2}{2} = \frac{300 \times 1.3^2}{2} = 254 \text{ kg-m}$$

El ancho de franja en que se distribuye el eje de rueda es:

$$E = 1.14 + 0.833X$$

Donde: X = distancia entre la carga y el punto de apoyo (m)
= 0.30 m

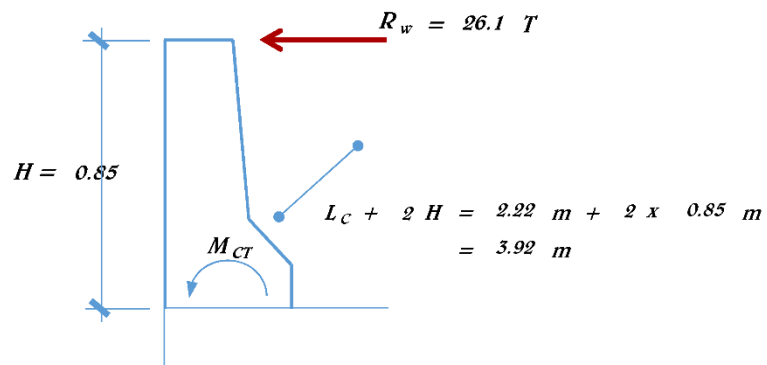
Luego:

$$E = 1.14 + 0.833 \times 0.30 = 1.39 \text{ m}$$

El momento del eje de rueda vehicular distribuido en un ancho $E = 1.39 \text{ m}$, afectado por el factor de presencia múltiple $m = 1.2$, y el incremento por carga dinámica ($I = 1.33$) es:

$$M_{LL+IM} = \left[\frac{7.26 \times 1.2 \times 1.33}{1.39} \right] \times 0 = 0 \text{ kg-m}$$

Colisión vehicular (CT):



$$M_{CT} = \left(\frac{R_w}{L_c + 2H} \right) (H) = \frac{26.1 \text{ T}}{3.92 \text{ m}} (0.85) = 5.67 \text{ Tm}$$

C) Cálculo del Acero

- Para el Estado Límite de Resistencia I , con $n = n_D n_R n_I = 1$:

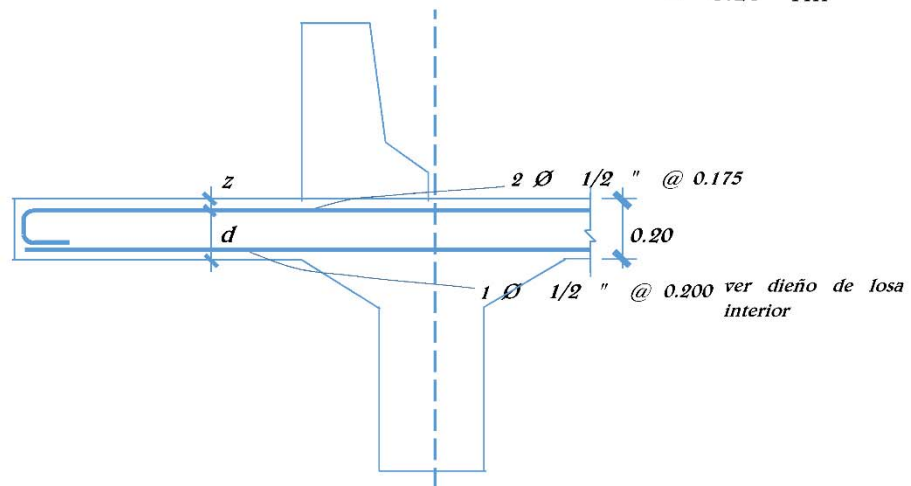
$$M_u = n [1.25 M_{DC} + 1.50 M_{DW} + 1.75 M_{LL+IM}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_u = 1 [1.25 \times 467.21 + 1.50 \times 3.50 + 1.75 \times 253.50] = 1032.9 \text{ kg-m} \\ = 1.03 \text{ Tm}$$

- Para el Estado Límite de Evento Extremo II , con $n = n_D n_R n_I = 1$:

$$M_u = n [1.25 M_{DC} + 1.50 M_{DW} + 1.00 M_{CT}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$M_u = 1 [1.25 \times 467.21 + 1.50 \times 3.50 + 1.00 \times 5665.9] = 6255.2 \text{ kg-m} \\ = 6.26 \text{ Tm}$$



Siendo el momento el que rige, probaremos a usar $2 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2 \text{ " @ } 0.175 \text{ m}$:

$$M_u = 6.26 \text{ Tm}$$

$$A_s(-) = 2 \times 1.27 \text{ cm}^2 / 0.175 \text{ m} = 14.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$r = \text{recubrimiento} = 5.00 \text{ cm} \quad (\text{Tabla 5.12.3-1})$$

$$z = 5.00 + \frac{1.27}{2} = 5.64 \text{ cm}$$

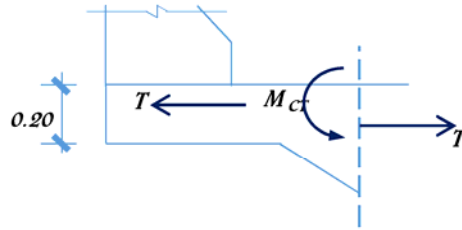
$$d = 20.0 \text{ cm} - 5.64 \text{ cm} = 14.37 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 1.00 \quad (\text{Caso de Eventos Extremos, AASHTO 1.3.2.1})$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{14.5 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 100} = 2.55 \text{ cm}$$

$$\varnothing M_n = \varnothing A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1.00 \times 14.5 \times 4200 \times \left(14.4 - \frac{2.55}{2} \right) \\ = 8.0 \text{ Tm}$$

Este momento debe reducirse por la fuerza de tensión axial ejercida por la colisión en el volado:



$$T = \frac{R_W}{L_C + 2 H} = \frac{26.1 \text{ T}}{3.92 \text{ m}} = 6.67 \text{ T/m}$$

Resolviendo como un caso de momento de flexión y tensión combinados:

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{M_u}{\phi M_n} \leq 1.00$$

Luego, la capacidad es:

$$M_u = \phi M_n \left(1 - \frac{P_u}{\phi P_n} \right)$$

Siendo:

$$A_{st} = A_{s(-)} + A_{s(+)} = 2 \times \frac{1.27 \text{ cm}^2}{0.175 \text{ m}} + 1 \times \frac{1.27 \text{ cm}^2}{0.200 \text{ m}} = 20.81 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$P_u = T = 6.67 \text{ T/m}$$

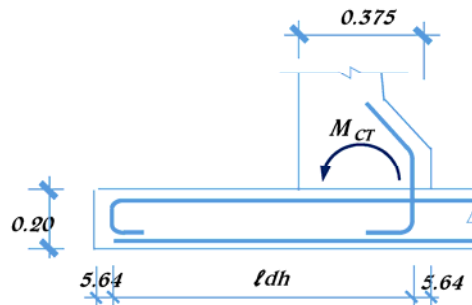
$$\phi P_n = \phi A_{st} f_y = 1.00 \times 20.81 \text{ cm}^2/\text{m} \times 4200 \text{ kg/cm}^2 = 87.41 \text{ T/m}$$

$$\phi M_n = 7.96 \text{ Tm}$$

$$M_u = 7.96 \left(1 - \frac{6.67}{87.41} \right) = 7.35 \text{ Tm} > 6.26 \text{ Tm} \quad \text{OK!}$$

USAR 2 Ø 1/2" @ 0.175 m

D) Longitud de Desarrollo



El refuerzo negativo en el volado, inmediatamente debajo de la barrera, debe resistir $M_{CT} = 5.67 \text{ Tm}$. Luego, se chequeará la longitud de desarrollo en la zona:

$$\ell_{dh} = \ell_{hb} \times \text{factor de modificación} \quad (5.11.2.4.2)$$

Siendo la longitud básica de desarrollo:

$$\begin{aligned}\ell_{hb} &= \frac{319 d_b}{\sqrt{f_c}} & (5.11.2.4.1-1) \\ \ell_{hb} &= \frac{319 \times 1.27}{\sqrt{280}} = 24.2 \text{ cm}\end{aligned}$$

Considerando que $\frac{A_{s \text{ requerido}}}{A_{s \text{ proveido}}} = \frac{M_{u \text{ requerido}}}{M_{u \text{ proveido}}} = \frac{5.67 \text{ Tm}}{7.35 \text{ Tm}}$ y que el recubrimiento lateral perpendicular al plano del gancho es superior a 64mm (factor 0.7), la longitud de anclaje es el mayor valor de:

$$\begin{aligned}\ell_{dh} &= 24.2 \text{ cm} \times 0.7 \times \frac{5.67}{7.35} = 13.1 \text{ cm} & (5.11.2.4.2) \\ \ell_{dh} &= 8 d_b = 8 \times 1.27 = 10.2 \text{ cm} & (5.11.2.4.1) \\ \ell_{dh} &= 15.0 \text{ cm} & (5.11.2.4.1)\end{aligned}$$

Luego, $\ell_{dh} = 15.0 \text{ cm}$

Se dispone de: $130.00 \text{ cm} - 2 \times 5.64 = 118.7 \text{ cm}$ OK!

E) Longitud de las barras adicionales del volado

Las barras de $\varnothing 1/2$ " adicionales colocadas en la parte superior de la losa de_ ben extenderse más allá del eje central de la viga T exterior hacia el primer tramo interior de la losa. Para determinar la longitud de esta extensión es necesario encontrar la distancia donde las barras adicionales $\varnothing 1/2$ " no son requeridas.

Esta distancia teórica ocurre donde el momento debido a la colisión más la carga muerta, iguala al momento negativo resistente de las barras

Siendo:

$$r = \text{recubrimiento} = 5.00 \text{ cm} \quad (\text{Tabla 5.12.3-1})$$

$$z = 5.00 + \frac{1.27}{2} = 5.64 \text{ cm}$$

$$d = 20.0 \text{ cm} - 5.64 \text{ cm} = 14.37 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 0.90$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b} = \frac{7.2 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 100} = 1.28 \text{ cm}$$

La resistencia del momento negativo en la losa es:

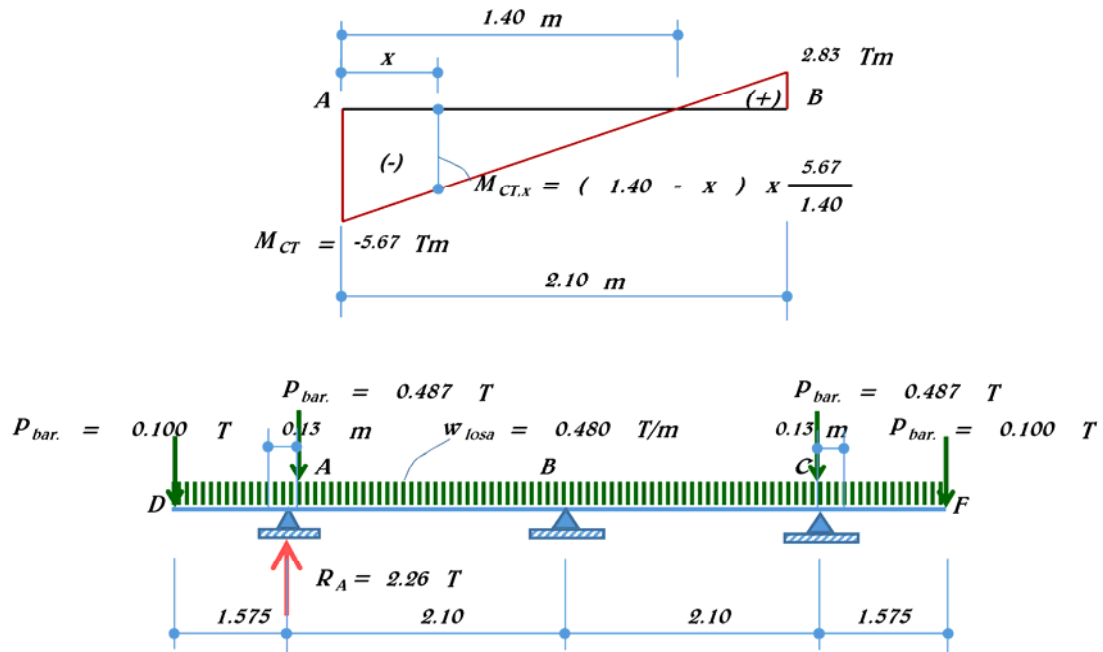
$$\begin{aligned}M_u &= \varnothing A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.90 \times 7.2 \times 4200 \times \left(14.4 - \frac{1.28}{2} \right) \\ &= 3.76 \text{ Tm}\end{aligned}$$

Para el estado límite Evento Extremo II, el momento negativo con $\varnothing = 1.0$ se incrementa a:

$$M_u = 3.76 \times \frac{1.00}{0.90} = 4.17 \text{ Tm}$$

Asumiendo un factor de transporte de 0.5, y ninguna otra posterior distribución de momento, el diagrama de momento por la colisión en el primer tramo interior

de la losa es:



En el primer tramo interior de la losa se tienen las siguientes expresiones de momento flector:

Carga Muerta (DC):

$$M_x = -0.480 \times \frac{(1.575 + x)^2}{2} - 0.487 \times (x) - 0.100 \times (1.575 + x) + 2.26 x$$

Carga por superficie de rodadura (DW):

Se despreciará por ser muy pequeña.

Carga por colisión vehicular (CT):

$$M_{CT,x} = \frac{5.67}{1.40} (1.40 - x)$$

La distancia x se encuentra igualando $M_u = 4.17 \text{ Tm}$, con el momento correspondiente al Evento Extremo II:

$$-4.17 = n [1.25 M_{DC,x} + 1.00 M_{CT,x}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$-4.17 = 1 \left[1.25 \left(-0.48 \times \frac{(1.575 + x)^2}{2} - 0.487 \times (x) - 0.10 \times (1.575 + x) + 2.260 x \right) + 1.00 \left(-\frac{5.67}{1.40} (1.40 - x) \right) \right]$$

$$f(x) = -0.4$$

Resolviendo, $x = 0.56 \text{ m}$

Se agregará además (5.11.1.2) el mayor valor de:

- $15 d_b = 15 \times 1.27 \text{ cm} = 19.05 \text{ cm}$

- $d = 14.37 \text{ cm}$
- $s / 20 = 180 \text{ cm} / 20 = 9.0 \text{ cm}$

Se tiene un total de: $0.56 \text{ m} + 0.1905 \text{ m} = 0.75 \text{ m}$

Esta longitud total de 0.75 m más allá del eje de la viga externa se compara con la longitud de desarrollo desde la cara de la viga, para seleccionar la mayor longitud.

La longitud de desarrollo básica en tensión es:

$$\ell_{db} = \frac{0.06 A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \geq 0.0057 d_b f_y \quad (5.11.2.1.1)$$

Donde:

$$A_b = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$d_b = 1.270 \text{ cm}$$

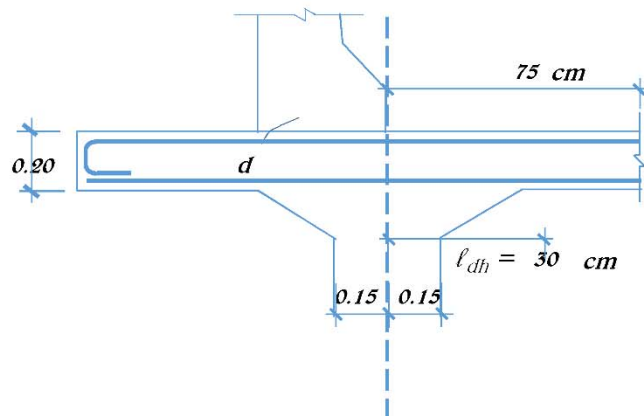
$$\ell_{db} = \frac{0.06 \times 1.27 \times 4200}{\sqrt{280}} \geq 0.0057 \times 1.270 \times 4200$$

$$\ell_{db} = 19 \text{ cm} \geq 30 \text{ cm}$$

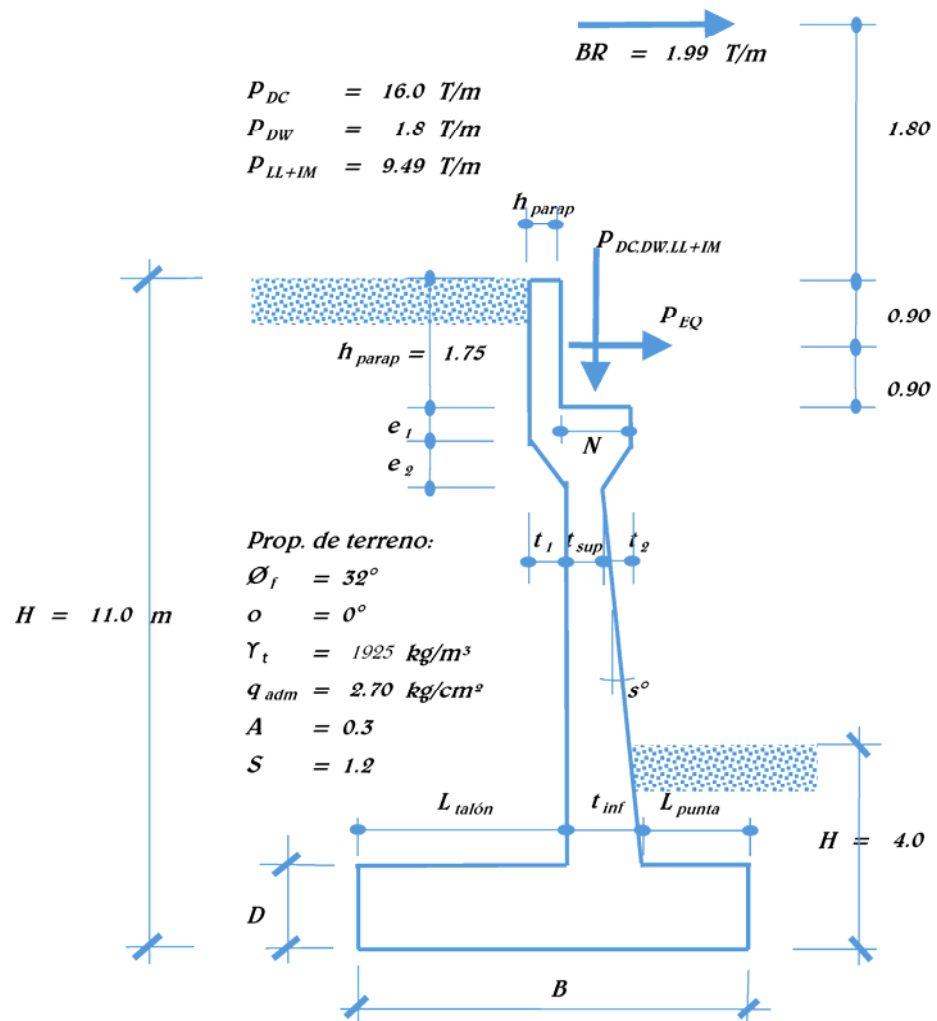
La longitud de desarrollo será:

$$\ell_{dh} = 30 \text{ cm}$$

El acero $1 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8 \text{ " @ } 0.175$ adicional al acero negativo del primer tramo interior de la losa ($\varnothing \text{ } 3/8 \text{ " @ } 0.175$) se extiende entonces del siguiente modo:



V. DISEÑO DE ESTRIBOS



PRE-DIMENSIONADO

Para la altura $H = 11.0 \text{ m}$, probamos una sección preliminar de estribo con:

$$B = \text{ancho del cimiento} = \frac{1}{2} H \sim \frac{2}{3} H = 5.50 \text{ m} \sim 7.33 \text{ m} ; \text{ Usamos, } 7.10 \text{ m}$$

$$D = \text{altura del cimiento} = 0.1 H = 1.1 \text{ m} ; \text{ Usamos } D = 1.20 \text{ m}$$

$$L_{punta} = \text{Longitud de punta} = B / 3 = 2.37 \text{ m} ; \text{ Usamos } L_{punta} = 2.50$$

$$t_{sup} = \text{grosor menor de pantalla} = H / 24 = 0.46 ; \text{ Usamos } t_{sup} = 0.45$$

$$t_{inf} = \text{grosor mayor de pantalla} = 0.1 H = 1.1 \text{ m} ; \text{ Usamos } t_{inf} = 1.20 \text{ m}$$

$$N = 0.70 \text{ (adoptado)} > N_{\min} = 0.24 \text{ m}$$

$$N_{\min} = \text{Longitud mínima de cajuela (2.11.2 Manual de diseño de Puentes, MTC, Perú)}$$

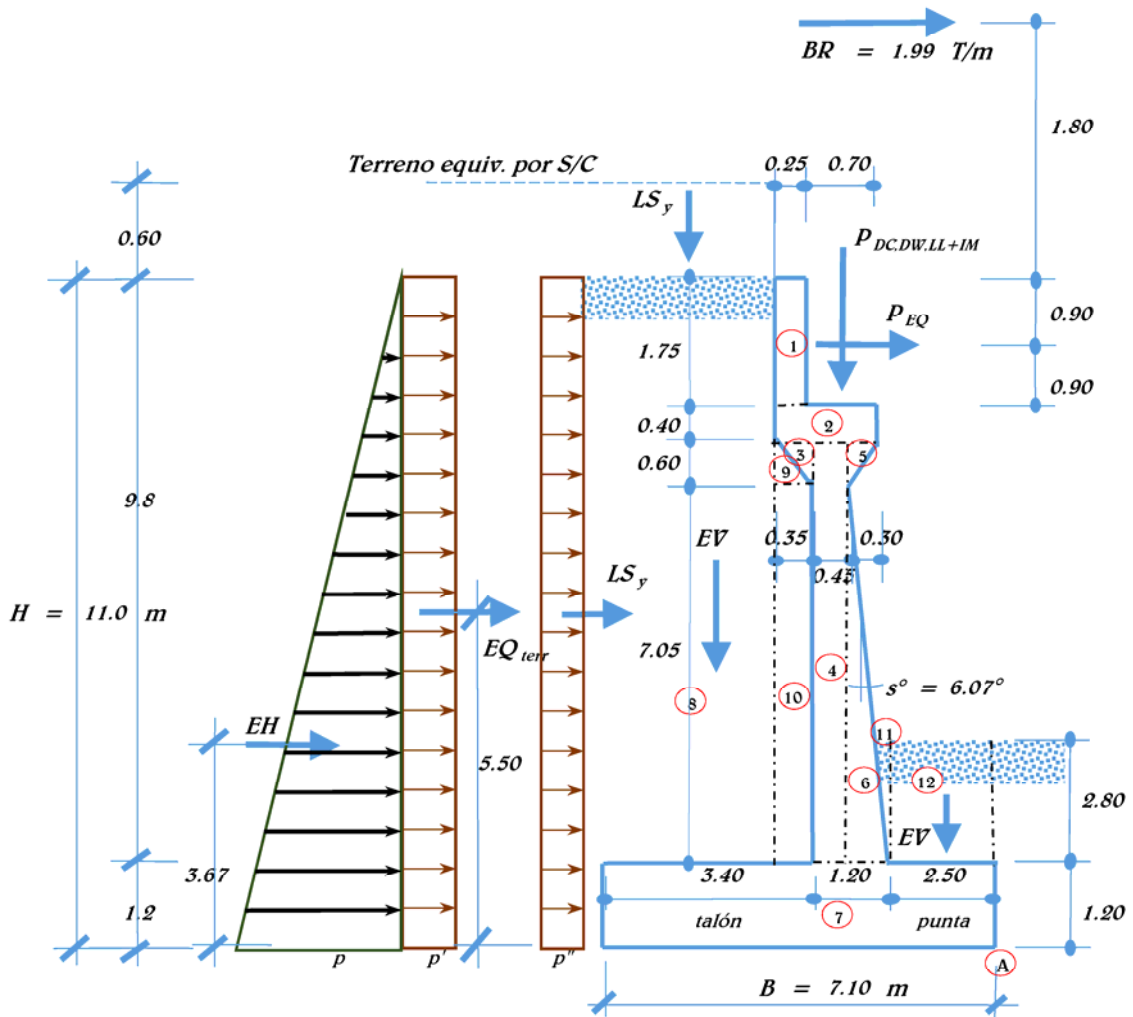
$$= (200 + 0.0017 L + 0.0067 H') (1 + 0.000125 S^2)$$

$$= (200 + 0.0017 \times 26,200 + 0.0067 \times 0.0) (1 + 0.000125 \times 6.1^2) \text{ mm}$$

$$\text{con } L = 26 \text{ m, } H' = 0.0, s^\circ = 6.07^\circ$$

$$= 245 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$$

Otras medidas tomadas se muestran en el gráfico siguiente:



CASO I - ESTRIBO CON PUENTE

CARGAS VERTICALES

Cargas DC

| Elemento | Volumen (m³) | DC (T/m) | X_A (m) | Y_A (m) | $X_A \cdot DC$ (Tm/m) | $Y_A \cdot DC$ (Tm/m) |
|----------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 0.4375 | 1.050 | 3.925 | 10.125 | 4.12 | 10.63 |
| 2 | 0.440 | 1.056 | 3.500 | 9.050 | 3.70 | 9.56 |
| 3 | 0.105 | 0.252 | 3.817 | 8.650 | 0.96 | 2.18 |
| 4 | 3.443 | 8.262 | 3.475 | 5.025 | 28.71 | 41.52 |
| 5 | 0.090 | 0.216 | 3.150 | 8.650 | 0.68 | 1.87 |
| 6 | 2.644 | 6.345 | 3.000 | 3.550 | 19.04 | 22.52 |
| 7 | 8.520 | 20.448 | 3.550 | 0.600 | 72.59 | 12.27 |
| SUM= | | 37.629 | | | 129.80 | 100.55 |

$$DC = 37.63 \text{ T}$$

$$X_A = \frac{129.80}{37.63} = 3.449 \text{ m}, \quad Y_A = \frac{100.55}{37.63} = 2.672 \text{ m}$$

Peso propio superestructura:

$$P_{DC} = 16.00 \text{ T}$$

$$X_A = 3.45 \text{ m}$$

Cargas DW

Peso del asfalto en superestructura:

$$P_{DW} = 1.80 \text{ T}$$

$$X_A = 3.45 \text{ m}$$

Cargas EV (peso del terreno)

| Elemento | Volumen (m³) | EV (T/m) | X _A (m) | Y _A (m) | X _A .EV (Tm/m) | Y _A .EV (Tm/m) |
|----------|--------------|----------|--------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| 8 | 29.89 | 57.54 | 5.575 | 6.100 | 320.78 | 350.98 |
| 9 | 0.105 | 0.20 | 3.933 | 8.450 | 0.80 | 1.71 |
| 10 | 2.468 | 4.75 | 3.875 | 4.725 | 18.41 | 22.44 |
| 11 | 0.417 | 0.80 | 2.599 | 3.067 | 2.09 | 2.46 |
| 12 | 7.000 | 13.48 | 1.250 | 2.600 | 16.84 | 35.04 |
| SUM= | | 76.77 | | | 358.91 | 412.63 |

$$EV = 76.77 \text{ T}$$

$$X_A = \frac{358.91}{76.77} = 4.675 \text{ m}, \quad Y_A = \frac{412.63}{76.77} = 5.375 \text{ m}$$

Cargas LL+IM

Carga viva e impacto desde la superestructura:

$$P_{LL+IM} = 9.49 \text{ T}$$

$$X_A = 3.45 \text{ m}$$

Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno)

$$LS_Y = 2.75 \text{ m} \times 0.60 \text{ m} \times 1.925 \text{ T/m}^3 = 3.18 \text{ T}$$

$$X_A = 5.425 \text{ m}$$

| Resumen Cargas Verticales | | | | |
|---------------------------|-------|---------|--------------------|-----------------------|
| Carga | TIPO | V (T/m) | X _A (m) | M _V (Tm/m) |
| DC | DC | 37.63 | 3.449 | 129.795 |
| PDC | DC | 16.00 | 3.450 | 55.200 |
| PDW | DW | 1.80 | 3.450 | 6.210 |
| EV | EV | 76.77 | 4.675 | 358.907 |
| PLL+IM | LL+IM | 9.49 | 3.450 | 32.754 |
| LSY | LS | 3.18 | 5.425 | 17.231 |
| SUM= | | 144.87 | | 600.098 |

CARGAS HORIZONTALES (considerando franjas de 1m de long. de estribo)

Cálculo del coeficiente de empuje activo (K_a)

$$\phi = \text{ángulo de fricción interna} = 32^\circ = 0.56 \text{ rad}$$

$$\delta = \text{ángulo de fricción entre el suelo y el muro} = 0^\circ = 0.00 \text{ rad}$$

$$\beta = \text{ángulo de inclinación del suelo con la horizontal} = 0^\circ = 0.00 \text{ rad}$$

$$\theta = \text{ángulo de inclinación del muro del lado del terreno} = 90^\circ = 1.57 \text{ rad}$$

Luego:

$$\gamma = \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset + \delta) \sin(\emptyset - \beta)}{\sin(\theta - \delta) \sin(\theta + \beta)}} \right]^2$$

$$\gamma = \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0.56 + 0.00) \sin(0.56 - 0.00)}{\sin(1.57 - 0.00) \sin(1.57 + 0.00)}} \right]^2 = 2.341$$

$$k_a = \frac{\sin^2(\theta + \emptyset)}{\gamma [\sin^2 \theta \sin(\theta - \delta)]}$$

$$k_a = \frac{\sin^2(1.57 + 0.56)}{2.341 \times [\sin^2(1.57) \times \sin(1.57 - 0.00)]} = 0.307$$

Cargas actuantes:

- **Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno):**

$$p'' = k_a h' \gamma_t = 0.307 \times 0.60 \text{ m} \times 1.925 \text{ T/m}^3 = 0.355 \text{ T/m}^2$$

$$LS_x = H(p'') = 11.00 \text{ m} \times 0.355 \text{ T/m}^2$$

$$LS_x = 3.90 \text{ T/m}$$

$$Y_A = 5.5 \text{ m}$$

- **Cargas EH (presión lateral del terreno)**

Por 7.00 m de terreno:

$$p = k_a H \gamma_t = 0.307 \times 11.0 \text{ m} \times 1.925 \text{ T/m}^3 = 6.506 \text{ T/m}^2$$

$$EH = \frac{1}{2} H(p) = \frac{1}{2} 11.0 \times 6.506 \text{ T/m}^2$$

$$EH = 35.78 \text{ T/m}$$

$$Y_A = 3.667 \text{ m}$$

- **Cargas EQ (acción sísmica)**

- a) **Efecto combinado de P_{AE} y P_{IR}**

Presión estática del terreno más su efecto dinámico (PAE):

$$\emptyset = \text{ángulo de fricción interna} = 32^\circ = 0.56 \text{ rad}$$

$$\delta = \text{ángulo de fricción entre el suelo y el muro} = 0^\circ = 0.00 \text{ rad}$$

$$i = \text{ángulo del material del suelo con la horizontal} = 0^\circ = 0.00 \text{ rad}$$

$$\beta = \text{ángulo de inclinación del muro con la vertical} = 0^\circ = 0.00 \text{ rad}$$

$$H = \text{altura del terreno} = 11.0 \text{ m}$$

$$\gamma_t = \text{peso unitario del terreno} = 1.925 \text{ kg/m}^3$$

$$PGA = \text{coeficiente sísmico de aceleración horizontal} = 0.30$$

$$F_{pga} = \text{Coeficiente de sitio} = 1.2$$

$$k_{HO} = F_{pga} \times (PGA) = 1.2 \times 0.30 = 0.36$$

$$k_h = \text{coeficiente de aceleración horizontal} = 0.5 A = 0.5 \times 0.36 = 0.18$$

$$k_v = \text{coeficiente de aceleración vertical} = 0.00$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right) = 10.20^\circ = 0.178 \text{ rad}$$

Como $\emptyset = 32^\circ > i + \theta = 0^\circ + 10.20^\circ = 10.20^\circ$ (11.6.5.3-1), el coeficiente de presión activa sísmica del terreno es:

$$k_{AE} = \frac{\cos^2 (\phi - \theta - \beta)}{\cos \theta \cos \beta^2 \cos (\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin (\phi + \delta) \sin (\phi - \theta - i)}{\cos (\delta + \beta + \theta) \cos (i - \beta)}} \right]}$$

$$k_{AE} = 0.425$$

Luego, para 1.0 m de longitud del estribo:

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 k_a$$

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \times 1.925 \times 11.0^2 \times 0.425 = 49.50 \text{ T/m}$$

Aplicada en (C 11.6.5.3):

$$h = 0.33 H = 0.33 \times 11.0 \text{ m} = 3.63 \text{ m} \quad \text{desde la base, y en condiciones}$$

$$h = 0.40 H \sim 0.50 H, \text{ en muros donde el impacto de la falla es relativo} \\ = 4.40 \text{ m} \sim 5.50 \text{ m}$$

Usamos 5.50 m

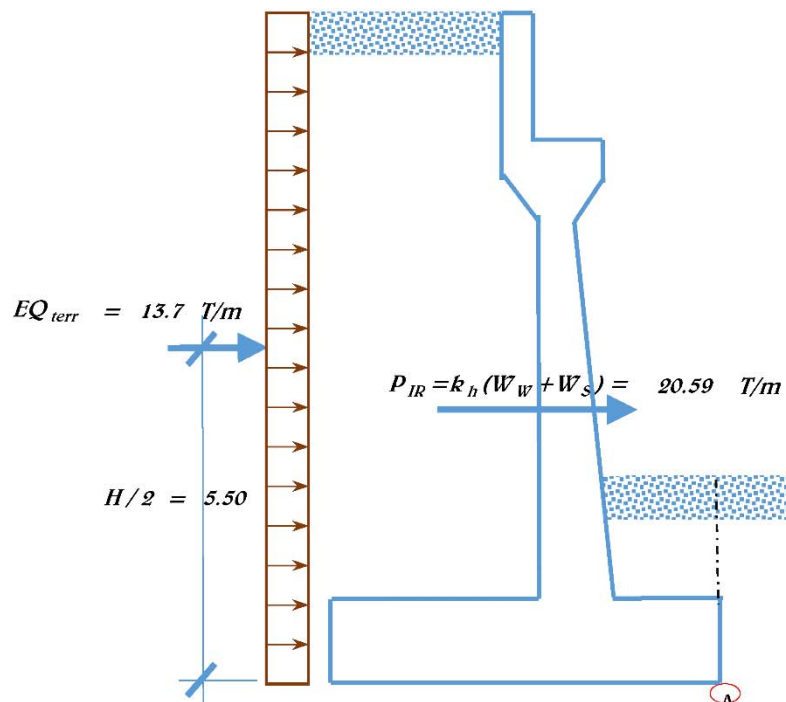
Acción sísmica del terreno (EQterr):

$$EQ_{terr} = P_{AE} - EH = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 (k_{AE} - k_a)$$

$$EQ_{terr} = 49.50 \text{ T/m} - 35.78 \text{ T/m} = 13.71 \text{ T/m}$$

$$V_A = 5.50 \text{ m}$$

Fuerza inercial del estribo (PIR)



Como:

$$W_W + W_S = \text{Peso del estribo y del terreno tributario} \\ = 37.63 + 76.77 = 114.40 \text{ T/m}$$

$$P_{IR} = k_h (W_W + W_S)$$

$$P_{IR} = 0.18 \times 114.40 = 20.59 \text{ T/m}$$

$$V_A = \frac{37.63 \times 2.672 + 76.77 \times 5.375}{114.40} = 4.486 \text{ m}$$

Efecto combinado de PAE y PIR

- $P_{AE} + 0.5P_{IR} = 59.79 \text{ T/m}$
- $(0.5P_{AE} > EH) + P_{IR} = 56.38 \text{ T/m}$

Consideramos entonces la primera expresión que por simple inspección es crítica tanto en carga como en momento. Al valor de P_{AE} le descontamos la presión estática del terreno (EH) para tratarla por separado, utilizando en las combinaciones de carga:

$$EQ_{terr} = P_{AE} - EH = 13.71 \text{ T/m}$$

$$0.5 P_{IR} = 10.296 \text{ T/m}$$

b) Carga sísmica por superestructura (P_{EQ}):

$$P_{EQ} = P_{DC+DW} (A_s) = 17.80 \text{ T/m} \times 0.36$$

$$P_{EQ} = 6.408 \text{ T/m}$$

$$V_A = 10.10 \text{ m}$$

$$\text{Siendo } A_s = k_{HC} = F_{pga} \times (PGA) = 1.20 \times 0.30 = 0.36$$

Carga BR (frenado)

$$BR = 1.99 \text{ T/m}$$

$$V_A = 12.80 \text{ m}$$

| Resumen Cargas Horizontales | | | | |
|-----------------------------|------|---------|-----------|--------------|
| Carga | TIPO | H (T/m) | V_A (m) | M_H (Tm/m) |
| LSx | LS | 3.90 | 5.50 | 9.430 |
| EH | EH | 35.78 | 3.67 | 36.680 |
| EQterr | EQ | 13.71 | 5.50 | 20.410 |
| 0.5PIR | EQ | 10.30 | 4.486 | 15.260 |
| PEQ | EQ | 6.41 | 10.100 | 31.060 |
| BR | BR | 1.99 | 12.800 | 17.510 |
| SUM= | | 72.10 | | 130.350 |

A) ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS:

Tomamos en cuenta los estado límites de Resistencia I y Evento Extremo I aplicables en este caso y con un valor $n=n_D n_R n_I=1$

Para el chequeo de estabilidad al vuelco y deslizamiento observando en el gráfico las

cargas actuantes, utilizamos los factores γ máximos para las cargas horizontales (desestabilizadoras) que generan vuelco alrededor del punto A y deslizamiento en la base (LSx, EH, EQ y BR) y los factores de carga γ mínimos en las cargas verticales que generan estabilidad (DC, DW, EV, LL+IM, LSy) para de esta manera maximizar las condiciones críticas de vuelco y deslizamiento en la estructura. Este caso será denominado Ia.

Para el chequeo de presiones en la base empleamos los factores γ máximos en cargas verticales y horizontales para maximizar efectos. A este caso lo denominaremos Ib. El chequeo de agrietamiento por distribución de armadura en la pantalla se realizará para el estado límite de Servicio I.

| FACTORES DE CARGA UTILIZADOS | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| ESTADO LÍMITE | γ_{DC} | γ_{DW} | γ_{EV} | γ_{LL+IM} | γ_{LSy} | γ_{LSx} | γ_{EH} | γ_{EQ} | γ_{BR} | APLICACIÓN |
| Resistencia Ia | 0.90 | 0.65 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 1.75 | Deslizamiento y vuelco |
| Resistencia Ib | 1.25 | 1.50 | 1.35 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 1.75 | Presiones y resistencia |
| Ev. Extremo Ia | 0.90 | 0.65 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | Deslizamiento y vuelco |
| Ev. Extremo Ib | 1.25 | 1.50 | 1.35 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | Presiones y resistencia |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | Agrietamiento |

CASO I: ESTRIBO CON PUENTE CARGAS VERTICALES (γ_u)

| TIPO | DC | | DW | EV | LL+IM | LS | $\Sigma =$ |
|----------------|-------|----------|----------|--------|-------------|--------|------------------|
| CARGA | DC | P_{DC} | P_{DW} | EV | P_{LL+IM} | LS_y | γ_u (Ton) |
| $V(T) =$ | 37.63 | 16.00 | 1.80 | 76.77 | 9.49 | 3.18 | 144.87 |
| Resistencia Ia | 0.90 | 0.90 | 0.65 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 126.20 |
| | 33.87 | 14.40 | 1.17 | 76.77 | 0.00 | 0.00 | |
| Resistencia Ib | 1.25 | 1.25 | 1.50 | 1.35 | 1.75 | 1.75 | 195.55 |
| | 47.04 | 20.00 | 2.70 | 103.64 | 16.61 | 5.56 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.90 | 0.90 | 0.65 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 126.20 |
| | 33.87 | 14.40 | 1.17 | 76.77 | 0.00 | 0.00 | |
| Ev. Extremo Ib | 1.25 | 1.25 | 1.50 | 1.35 | 0.50 | 0.50 | 179.71 |
| | 47.04 | 20.00 | 2.70 | 103.64 | 4.75 | 1.59 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 144.87 |
| | 37.63 | 16.00 | 1.80 | 76.77 | 9.49 | 3.18 | |

MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES (M_{vu})

| TIPO | DC | | DW | EV | LL+IM | LS | $\Sigma =$ |
|-------------------------------|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| CARGA | DC | P_{DC} | P_{DW} | EV | P_{LL+IM} | LS_y | M_v (Tm) |
| $M_v(Tm) =$ | 129.80 | 55.20 | 6.21 | 358.91 | 32.75 | 17.23 | 600.10 |
| Resistencia Ia | 0.90 | 0.90 | 0.65 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 529.44 |
| | 116.82 | 49.68 | 4.04 | 358.91 | 0.00 | 0.00 | |
| Resistencia Ib | 1.25 | 1.25 | 1.50 | 1.35 | 1.75 | 1.75 | 812.56 |
| | 162.24 | 69.00 | 9.32 | 484.52 | 57.32 | 30.15 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.90 | 0.90 | 0.65 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 529.44 |
| | 116.82 | 49.68 | 4.04 | 358.91 | 0.00 | 0.00 | |
| Ev. Extremo Ib | 1.25 | 1.25 | 1.50 | 1.35 | 0.50 | 0.50 | 750.08 |
| | 162.24 | 69.00 | 9.32 | 484.52 | 16.38 | 8.62 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 600.10 |
| | 129.80 | 55.20 | 6.21 | 358.91 | 32.75 | 17.23 | |

CARGAS HORIZONTALES (H_u)

| TIPO | LS | EH | EQ | | | BR | $\Sigma =$ |
|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| CARGA | LS_x | EH | EQ_{terr} | $0.5P_{IR}$ | P_{EQ} | LS_x | H_u (Tm) |
| $H(Tm) =$ | 3.90 | 35.78 | 13.71 | 10.30 | 6.41 | 1.99 | 72.10 |
| Resistencia Ia | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 63.99 |
| | 6.83 | 53.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.48 | |
| Resistencia Ib | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 63.99 |
| | 6.83 | 53.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.48 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 87.04 |
| | 1.95 | 53.68 | 13.71 | 10.30 | 6.41 | 1.00 | |
| Ev. Extremo Ib | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 87.04 |
| | 1.95 | 53.68 | 13.71 | 10.30 | 6.41 | 1.00 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 41.68 |
| | 3.90 | 35.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.99 | |

MOMENTOS DE VUELCO POR CARGAS HORIZONTALES (M_{Hu})

| TIPO | LS | EH | EQ | | | BR | $\Sigma =$ |
|-------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| CARGA | LS_x | EH | EQ_{terr} | $0.5P_{IR}$ | P_{EQ} | LS_x | M_{Hu} (Tm) |
| $M_H(Tm) =$ | 21.47 | 131.21 | 75.43 | 46.19 | 64.72 | 25.47 | 364.49 |
| Resistencia Ia | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 278.96 |
| | 37.57 | 196.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.58 | |
| Resistencia Ib | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.75 | 278.96 |
| | 37.57 | 196.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.58 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 406.62 |
| | 10.74 | 196.81 | 75.43 | 46.19 | 64.72 | 12.74 | |
| Ev. Extremo Ib | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 406.62 |
| | 10.74 | 196.81 | 75.43 | 46.19 | 64.72 | 12.74 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 178.15 |
| | 21.47 | 131.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.47 | |

B) CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

a) Vuelco alrededor del punto A:

Cálculo de $e_{\text{máx}}$:

- Estado límite de resistencia (AASHTO Art. 11.6.3.3):

Se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los dos tercios centrales ($e \leq B/3$), excepto el caso de suelo rocoso en que se mantendrá en los 9/10 centrales ($e \leq 0.45B$).

$$\text{En nuestro caso} \quad e_{\text{máx}} = \frac{B}{3} = \frac{7.10}{3} \text{ m} = 2.37 \text{ m}$$

- Estado límite de Evento Extremo (AASHTO, Art. 11.6.5.1):

Cuando $\gamma_{\text{EQ}} = 0$, se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los 2/3 centrales del cimiento para cualquier suelo ($e \leq B/3$).

Cuando $\gamma_{\text{EQ}} = 1$, mantener la resultante dentro de los 8/10 centrales del cimiento para cualquier suelo ($e \leq 2/5B$).

Para valores de γ_{EQ} entre 0 y 1.0, interpolar linealmente entre los valores especificados. En nuestro caso, utilizando $\gamma_{\text{EQ}} = 0.5$, la interpolación señala el límite $e \leq (11/30)B$.

$$\text{Es decir} \quad e_{\text{máx}} = \frac{11}{30} \times B = 0.367 \times 7.10 \text{ m} = 2.60 \text{ m}$$

| Estado | V_u | M_{Vu} | M_{Hu} | $x_o = \frac{M_{Vu} - M_{Hu}}{V_u}$ | $e = \frac{B}{2} - x_o$ | $e_{\text{máx}}$ | |
|-------------------|--------|----------|----------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|-----|
| | (T/m) | (Tm/m) | (Tm/m) | (m) | (m) | (m) | |
| Resistencia Ia | 126.20 | 529.44 | 278.96 | 1.98 | 1.57 | 2.37 | OK! |
| Resistencia Ib | 195.55 | 812.56 | 278.96 | 2.73 | 0.82 | 2.37 | OK! |
| Evento Extremo Ia | 126.20 | 529.44 | 406.62 | 0.97 | 2.58 | 2.60 | OK! |
| Evento Extremo Ib | 179.71 | 750.08 | 406.62 | 1.91 | 1.64 | 2.60 | OK! |

b) Deslizamiento en base del estribo

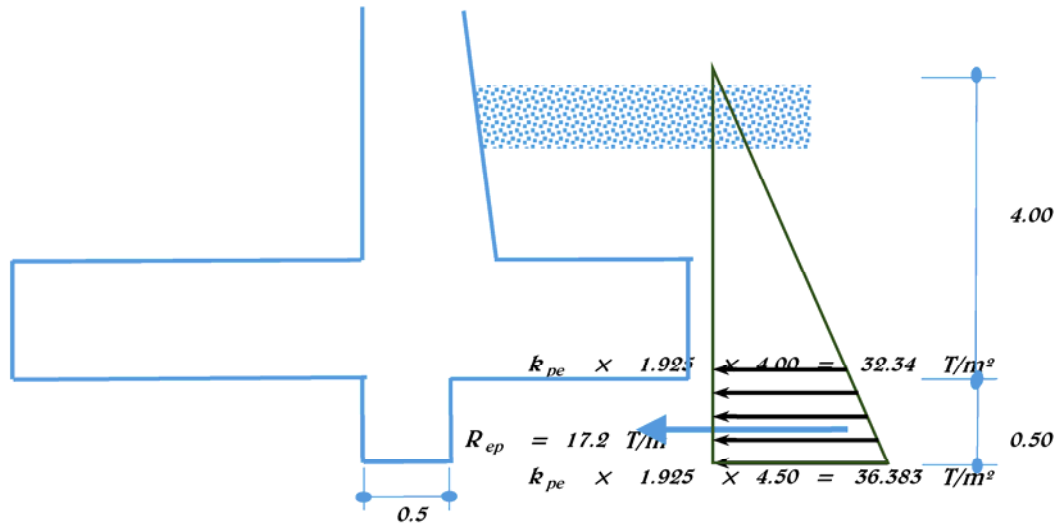
$$\mu = \text{tg } \phi_f = 0.625$$

$$\phi_r = 1.00 \quad , \text{ estado límite de Resistencia}$$

$$\phi_r = 1.00 \quad , \text{ estado límite de Evento Extremo}$$

| Estado | V_u | RESISTENTE | ACTUANTE | |
|-------------------|--------|--------------------------|----------|------|
| | | $F_f = \mu (\phi_r V_u)$ | H_u | |
| | (T/m) | (T/m) | (T/m) | |
| Resistencia Ia | 126.20 | 78.86 | 63.99 | OK! |
| Resistencia Ib | 195.55 | 122.19 | 63.99 | OK! |
| Evento Extremo Ia | 126.20 | 78.86 | 87.04 | BAD! |
| Evento Extremo Ib | 179.71 | 112.29 | 87.04 | OK! |

El estado límite de Evento Extremo Ia, no es satisfactorio por lo que colocamos un diente de concreto de sección 0.50mx0.50m. en la base como se muestra en la figura; consideramos ante la posible socavación del terreno, la resistencia pasiva del suelo sólo en el ámbito del diente.



Para estimar la fuerza pasiva del terreno ante la acción sísmica empleamos el método de diseño de la espiral logarítmica que está propuesto para muros que se introducen 1.50m o más sobre el terreno (Art. 11.6.5.5).

Considerando suelo no cohesivo: $c/\gamma H = 0$, con $kh = 0.18$ y $\phi = 32^\circ$, en la Figura A11.4-2 encontramos $k_{pe} = 4.20$

La resistencia pasiva es:

$$R_{ep} = \frac{1}{2} (32.34 + 36.38) \times 0.50 = 17.18 \text{ T/m}$$

$$R_R = 78.86 \text{ T/m} + 1.00 \times 17.2 \text{ T/m} = 96.04 \text{ T/m} > 87.0 \text{ T/m OK!}$$

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno (q_R)

1) Estado límite de Resistencia, con $\phi_b = 0.55$ (Tabla 11.5.7-1):

$$q_R = \phi_b q_n$$

$$q_R = \phi_b (FS q_n) = 0.55 (3 \times 2.70 \text{ kg/cm}^2) = 4.455 \text{ kg/cm}^2$$

2) Estado límite de Evento Extremo, con $\phi_b = 1.00$ (Art. 11.5.8):

$$q_R = \phi_b q_n$$

$$q_R = \phi_b (FS q_n) = 1.00 (3 \times 2.70 \text{ kg/cm}^2) = 8.1 \text{ kg/cm}^2$$

3) Estado límite de Servicio:

$$q_{adm} = 2.70 \text{ kg/cm}^2$$

| Estado | V_u | M_{vu} | M_{llu} | $x_o = \frac{M_{vu}-M_{llu}}{V_u}$ | $e = \frac{B}{2} - x_o$ | $q = \frac{V_u}{B - 2e}$ | |
|-----------------|--------|----------|-----------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------|
| | (T/m) | (Tm/m) | (Tm/m) | (m) | (m) | (m) | |
| Resistencia Ia | 126.20 | 529.44 | 278.96 | 1.98 | 1.57 | 3.18 | < 4.46 OK! |
| Resistencia Ib | 195.55 | 812.56 | 278.96 | 2.73 | 0.82 | 3.58 | < 4.46 OK! |
| EventoExtremola | 126.20 | 529.44 | 406.62 | 0.97 | 2.58 | 6.48 | < 8.10 OK! |
| EventoExtremolb | 179.71 | 750.08 | 406.62 | 1.91 | 1.64 | 4.70 | < 8.10 OK! |
| Servicio I | 144.87 | 600.10 | 178.15 | 2.91 | 0.64 | 2.49 | < 2.70 OK! |

CASO II: ESTRIBO SIN PUENTE

A) ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS

CARGAS VERTICALES (V_u)

| TIPO | DC | EV | LS | $\Sigma =$ |
|----------------------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|
| CARGA | DC | EV | LS _y | V_u (Ton) |
| $V(T) =$ | 37.63 | 76.77 | 3.18 | 117.57 |
| Resistencia Ia | 0.90 | 1.00 | 0.00 | 110.63 |
| | 33.87 | 76.77 | 0.00 | |
| Resistencia Ib | 1.25 | 1.35 | 1.75 | 156.23 |
| | 47.04 | 103.64 | 5.56 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.90 | 1.00 | 0.00 | 110.63 |
| | 33.87 | 76.77 | 0.00 | |
| Ev. Extremo Ib | 1.25 | 1.35 | 0.50 | 152.26 |
| | 47.04 | 103.64 | 1.59 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 117.57 |
| | 37.63 | 76.77 | 3.18 | |

MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES (M_{vu})

| TIPO | DC | EV | LS | $\Sigma =$ |
|-------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| CARGA | DC | EV | LS _y | M_v (Tm) |
| $M_v(Tm) =$ | 129.80 | 358.91 | 17.23 | 505.93 |
| Resistencia Ia | 0.90 | 1.00 | 0.00 | 475.72 |
| | 116.82 | 358.91 | 0.00 | |
| Resistencia Ib | 1.25 | 1.35 | 1.75 | 676.92 |
| | 162.24 | 484.52 | 30.15 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.90 | 1.00 | 0.00 | 475.72 |
| | 116.82 | 358.91 | 0.00 | |
| Ev. Extremo Ib | 1.25 | 1.35 | 0.50 | 655.38 |
| | 162.24 | 484.52 | 8.62 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 505.93 |
| | 129.80 | 358.91 | 17.23 | |

CARGAS HORIZONTALES (Hu)

| TIPO | LS | EH | EQ | | $\Sigma =$ |
|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| CARGA | LS_x | EH | EQ_{terr} | $0.5P_{IR}$ | Hu (Tm) |
| H(Tm) = | 3.90 | 35.78 | 13.71 | 10.30 | 63.70 |
| Resistencia Ia | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 60.51 |
| | 6.83 | 53.68 | 0.00 | 0.00 | |
| Resistencia Ib | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 60.51 |
| | 6.83 | 53.68 | 0.00 | 0.00 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 79.64 |
| | 1.95 | 53.68 | 13.71 | 10.30 | |
| Ev. Extremo Ib | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 79.64 |
| | 1.95 | 53.68 | 13.71 | 10.30 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 39.69 |
| | 3.90 | 35.78 | 0.00 | 0.00 | |

MOMENTOS DE VUELCO POR CARGAS HORIZONTALES (MHu)

| TIPO | LS | EH | EQ | | $\Sigma =$ |
|-------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| CARGA | LS_x | EH | EQ_{terr} | $0.5P_{IR}$ | M_{Hu} (Tm) |
| $M_H(Tm) =$ | 21.47 | 131.21 | 75.43 | 46.19 | 274.30 |
| Resistencia Ia | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 234.39 |
| | 37.57 | 196.81 | 0.00 | 0.00 | |
| Resistencia Ib | 1.75 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 234.39 |
| | 37.57 | 196.81 | 0.00 | 0.00 | |
| Ev. Extremo Ia | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 329.16 |
| | 10.74 | 196.81 | 75.43 | 46.19 | |
| Ev. Extremo Ib | 0.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 329.16 |
| | 10.74 | 196.81 | 75.43 | 46.19 | |
| Servicio I | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 152.68 |
| | 21.47 | 131.21 | 0.00 | 0.00 | |

B) CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

a) Vuelco alrededor del punto "A"

| Estado | V_u | M_{Vu} | M_{Hu} | $x_o = \frac{M_{Vu}-M_{Hu}}{V_u}$ | $e = \frac{B}{2} - x_o$ | $e_{m\acute{a}x}$ | |
|-------------------|--------|----------|----------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------|-----|
| | (T/m) | (Tm/m) | (Tm/m) | (m) | (m) | (m) | |
| Resistencia Ia | 110.63 | 475.72 | 234.39 | 2.18 | 1.37 | 2.37 | OK! |
| Resistencia Ib | 156.23 | 676.92 | 234.39 | 2.83 | 0.72 | 2.37 | OK! |
| Evento Extremo Ia | 110.63 | 475.72 | 329.16 | 1.32 | 2.23 | 2.60 | OK! |
| Evento Extremo Ib | 152.26 | 655.38 | 329.16 | 2.14 | 1.41 | 2.60 | OK! |

b) Deslizamiento en base del estribo

Con:

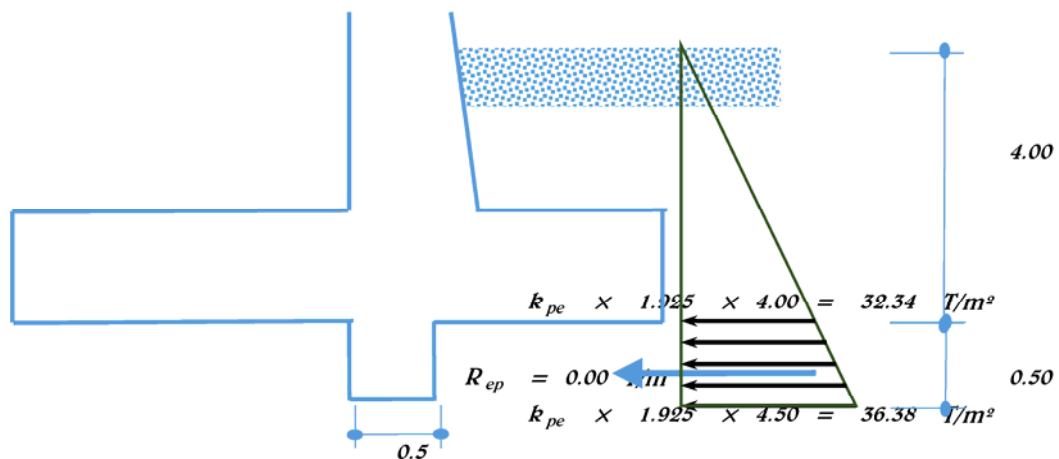
$$\mu = \operatorname{tg} \phi_f = 0.625$$

$$\phi_r = 1.00 \quad , \text{ estado l\acute{i}mite de Resistencia}$$

$$\phi_r = 1.00 \quad , \text{ estado l\acute{i}mite de Evento Extremo}$$

| Estado | V_u (T/m) | RESISTENTE | ACTUANTE | |
|-------------------|----------------|--------------------------|----------|------|
| | | $F_t = \mu (\phi_r V_u)$ | H_u | |
| | | (T/m) | (T/m) | |
| Resistencia Ia | 110.63 | 69.13 | 60.51 | OK! |
| Resistencia Ib | 156.23 | 97.62 | 60.51 | OK! |
| Evento Extremo Ia | 110.63 | 69.13 | 79.64 | BAD! |
| Evento Extremo Ib | 152.26 | 95.14 | 79.64 | OK! |

El estado límite de Evento Extremo Ia, no es satisfactorio. Haciendo uso de la resistencia pasiva proporcionada por el diente de concreto de sección $0.50\text{m} \times 0.50\text{m}$, se tiene:



Para estimar la fuerza pasiva del terreno ante la acción sísmica empleamos el método de diseño de la espiral logarítmica que está propuesto para muros que se introducen 1.50m o más sobre el terreno (Art. 11.6.5.5).

Considerando suelo no cohesivo: $c/\gamma H = 0$, con $k_h = 0.18$ y $\phi = 32^\circ$, en la Figura A11.4-2 encontramos $k_{pe} = 4.20$

La resistencia pasiva es:

$$R_{ep} = \frac{1}{2} (32.34 + 36.38) \times 0.50 = 17.18 \text{ T/m}$$

Para el estado límite de **Evento Extremo Ia**, agregando el diente de concreto se tiene:

$$R_R = \phi_r R_t + \phi_{ep} R_{ep}$$

Con:

$$\phi_r R_t = 69.13 \text{ T/m}$$

$$\phi_{ep} = 1.00$$

$$R_{ep} = 17.18 \text{ T/m}$$

$$R_R = 69.13 \text{ T/m} + 1.00 \times 17.2 \text{ T/m} = 86.31 \text{ T/m} > 79.64 \text{ T/m OK!}$$

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno (q_R)

1) Estado límite de Resistencia, con $\phi_b = 0.55$ (Tabla 11.5.7-1):

$$q_R = \emptyset_b \text{ (FS } q_n \text{)} = 0.55 \text{ (} 3 \times 2.70 \text{ kg/cm}^2 \text{)} = 4.455 \text{ kg/cm}^2$$

2) Estado límite de Evento Extremo, con $\phi_b = 1.00$ (Art. 11.5.8):

$$q_R = \emptyset_b \quad q_n$$

$$q_R = \emptyset_b \text{ (FS } q_n \text{)} = 1.00 \text{ (} 3 \times 2.70 \text{ kg/cm}^2 \text{)} = 8.1 \text{ kg/cm}^2$$

3) Estado límite de Servicio:

$$q_{adm} = 2.70 \text{ kg/cm}^2$$

| Estado | ∇u | $M_{\nabla u}$ | M_{Hu} | $x_o = \frac{M_{\nabla u} - M_{Hu}}{\nabla u}$ | $e = \frac{B}{2} - x_o$ | $q = \frac{\nabla u}{B - 2e}$ | |
|-----------------|------------|----------------|----------|--|-------------------------|-------------------------------|-----|
| | (T/m) | (Tm/m) | (Tm/m) | (m) | (m) | (m) | |
| Resistencia Ia | 110.63 | 475.72 | 234.39 | 2.18 | 1.37 | 2.54 < 4.46 | OK! |
| Resistencia Ib | 156.23 | 676.92 | 234.39 | 2.83 | 0.72 | 2.76 < 4.46 | OK! |
| EventoExtremoIa | 110.63 | 475.72 | 329.16 | 1.32 | 2.23 | 4.18 < 8.10 | OK! |
| EventoExtremoIb | 152.26 | 655.38 | 329.16 | 2.14 | 1.41 | 3.55 < 8.10 | OK! |
| Servicio I | 117.57 | 505.93 | 152.68 | 3.00 | 0.55 | 1.96 < 2.70 | OK! |

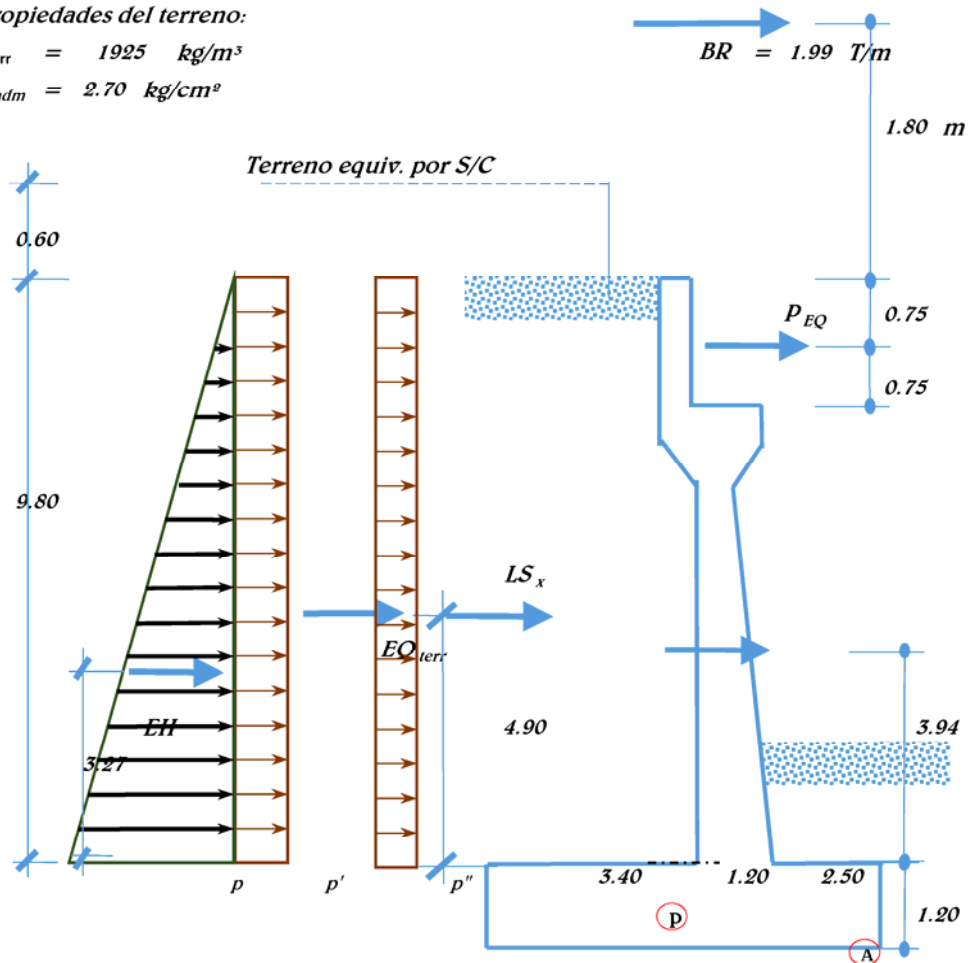
CÁLCULO DEL ACERO

1) DISEÑO DE PANTALLA

Propiedades del terreno:

$$\gamma_{\text{terr}} = 1925 \text{ kg/m}^3$$

$$q_{adm} = 2.70 \text{ kg/cm}^2$$



CARGAS EN BASE DE PANTALLA

| CARGA | CARGA DISTRIBUIDA (T/m) | CARGA (T) | $Y_p(m)$ | M(Tm) |
|-------------|---|--|----------|-------|
| LS | $p'' = 0.307 \times 0.600 \times 1.925 = 0.355$ | $0.355 \times 9.80 = 3.48$ | 4.90 | 17.04 |
| EH | $p = 0.307 \times 9.80 \times 1.925 = 5.796$ | $0.5 \times 5.796 \times 9.80 = 28.40$ | 3.27 | 92.78 |
| EQ_{terr} | $p' = 0.50 (0.425 - 0.31) 9.80 \times 1.925 = 1.11$ | $1.11 \times 9.80 = 10.89$ | 4.90 | 53.34 |
| $0.5P_{IR}$ | - | 1.55 | 3.94 | 6.09 |
| P_{EQ} | - | 6.41 | 8.90 | 57.03 |
| BR | - | 1.99 | 11.60 | 23.08 |

Para el diseño estructural calculamos P_{IR} sin incluir la masa del suelo sobre el talón. (C11.6.5.1)

$$W_{est} = \text{peso de pantalla} = 17.2 \text{ T/m}$$

$$k_h = 0.18$$

$$P_{IR} = k_h \times W_{est} = 0.18 \times 17.2 = 3.09 \text{ T/m}$$

$$Y_p = \text{centro de gravedad de la pantalla desde el P} = 3.94 \text{ m}$$

Carga del terreno más su acción dinámica:

$$P_{AE} = EH + EQ_{terr} = 28.40 + 10.89 = 39.29 \text{ T/m}$$

De acuerdo a (11.6.5.1), debemos tomar el resultado más conservador de:

$$\bullet P_{AE} + 0.5P_{IR} = 40.83 \text{ T/m}$$

$$\bullet (0.5P_{AE} > EH) + P_{IR} = 31.50 \text{ T/m}$$

Consideraremos la primera expresión que por simple inspección es crítica tanto en corte como en momento. Al valor de PAE le descontamos la presión estática del terreno (EH) para tratarla por separado. Utilizando en las combinaciones de cargas:

$$EQ_{terr} = P_{AE} - EH = 12.43 \text{ T/m}$$

$$0.5P_{IR} = 1.546 \text{ T/m}$$

a) Acero por flexión

Momento de diseño en la base de la pantalla:

Estado límite de Resistencia I, con $n = n_D n_R n_I = 1$:

$$M_u = n [1.75 M_{LS} + 1.50 M_{EH} + 1.75 M_{BR}] \quad (\text{Tabla 3.4.1-1})$$

$$= 209.39 \text{ Tm}$$

Estado límite de Evento Extremo I, con $n = n_D n_R n_I = 1$:

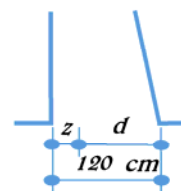
$$M_u = n [0.50 M_{LS} + 1.50 M_{EH} + 1.00 M_{EQ} + 0.50 M_{BR}]$$

$$= 275.7 \text{ Tm}$$

Con $M_u = 275.7 \text{ Tm}$, $A_s = 2 \text{ } \varnothing \text{ 1 "}$, recubrimiento $r = 7.5 \text{ cm}$

$$z = 7.5 + \frac{2.54}{2} = 8.77 \text{ cm}$$

$$d = 120.00 \text{ cm} - 8.77 \text{ cm} = 111.2 \text{ cm}$$



$$A_s = \frac{M_u}{\phi_f f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} = \frac{275.70 \times 10^5}{1.00 \times 4200 \times (111.2 - 7.44)} = 63.25 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b} = \frac{63.25 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 14.88 \text{ cm}$$

$$s = \frac{10.13}{63.25} \times 100 = 16.02 \text{ cm}$$

As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

$$a) M_{cr} = 1.1 (f_r S) = 1.1 (29.13 \times 240000) = 76.90 \text{ Tm}$$

Siendo:

$$f_r = 2.01 \sqrt{f_c} \text{ kg/cm}^2 = 2.01 \sqrt{210} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 100 \times 120^2 / 6 = 240000 \text{ cm}^3$$

$$b) 1.33 M_u = 1.33 \times 275.7 = 366.68 \text{ Tm}$$

El menor valor es 76.90 Tm, y la cantidad de acero propuesta:

$A_s = 63.25 \text{ cm}^2$, y resiste:

$$a = \frac{63.25 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 14.9 \text{ cm}$$

$$M_u(-) = 1.00 \times 63.25 \times 4200 \times (111.23 - 7.44) = 275.70 \text{ Tm}$$

Luego: $M_u 275.70 > 76.90$ OK

USAR 2 Ø 1 " @ 16.0 cm

b) Armadura de temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 b h}{2 (b + h)} \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 \times 550 \times 83}{2 (550 + 83)} = 6.46 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{en cada cara})$$

$$\text{Además: } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s \text{ temp}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Se usará } A_{s \text{ temp}} = 6.46 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usaremos por cara: 1 Ø 1/2" (1.27 cm²), que cumple

$$s = \frac{1.27}{6.46} = 17.50 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 3t = 3 \times 82.5 = 248 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 45 \text{ cm}$$

USAR 1 Ø 1/2 " @ 17.5 cm

Nota.-

El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero en el sentido perpendicular al acero principal de la pantalla y

acero en el sentido perpendicular al acero principal de la pantalla y también en la cara de la pantalla opuesta al relleno, en ambos sentidos.

c) Revisión de fisuración por distribución de armadura

Momento actuante

Usando la sección agrietada de ancho, para el diseño por estado límite de Servicio I, siendo $n = n_D n_R n_I = 1$

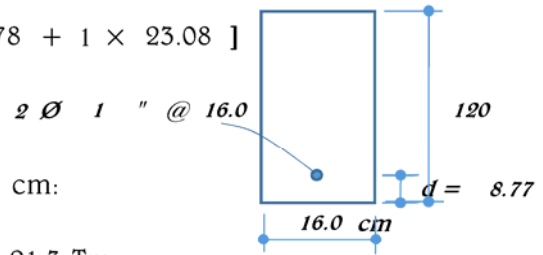
$$M_S = n[(1) M_{LS} + (1) M_{EH} + (1) M_{BR}]$$

$$M_S = 1 [1 \times 17.04 + 1 \times 92.78 + 1 \times 23.08]$$

$$M_S = 132.91 \text{ Tm}$$

Para un ancho tributario de: 16.0 cm:

$$M_s = 132.91 \text{ Tm/m} \times 0.160 \text{ m} = 21.3 \text{ Tm}$$



Ubicación del eje neutro:

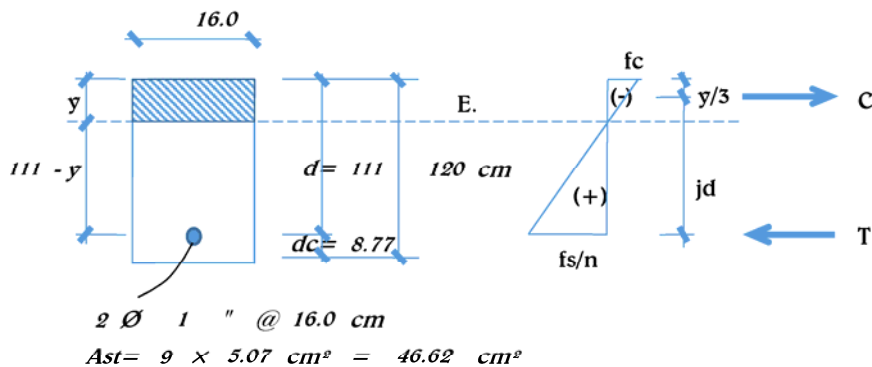
$$E_s = 2.04 \text{E}+06 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15300 \sqrt{f'_c} = 15300 \sqrt{210} = 221718 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2040000}{221718.1} = 9$$

$$d_c = \text{recub.} + \varnothing/2$$

$$d_c = 7.5 + \frac{2.54}{2} = 8.77 \text{ cm}$$



Momentos respecto del eje neutro (E.N.) para determinar y:

$$16.0 \times y (y/2) = 46.62 (111.23 - y)$$

$$f(y) = 16.00 \times y (y/2) - 46.62 (111.23 - y)$$

$$f(y) = -1927$$

$$y = 17.48 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de Servicio

$$f_{ss} = \frac{M_s}{(jd) A_s} = \frac{21.27 \times 10^5}{(105.40)(10.13)} = 1991 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.6 \times f_y = 2520 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Separación máxima de la armadura

$$s_{\text{máx}} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2 d_c$$
$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1 + \frac{8.77}{0.7(120.00 - 8.77)} = 1.11$$

Para condición de exposición severa, con $\gamma_e = 0.75$

$$s_{\text{máx}} = \frac{125000 \times 0.75}{1.11 \times 1991} - 2 \times 8.77 = 40.32 \text{ cm} > 16.00 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

d) Revisión por corte

$$\begin{aligned} V_u &= n [1.75 V_{LS} + 1.50 V_{EH} + 1.75 V_{BR}] \\ &= 1.00 [1.75 \times 3.48 \text{ T} + 1.50 \times 28.40 \text{ T} + 1.75 \times 1.99 \text{ T}] \\ &= 52.173 \text{ T} \\ V_u &= n [0.50 V_{LS} + 1.50 V_{EH} + 1.00 V_{EQ} + 0.50 V_{BR}] \\ &= 1.00 [0.50 \times 3.48 \text{ T} + 1.50 \times 28.40 \text{ T} + 1.00 \times 18.84 \text{ T} \\ &\quad + 0.50 \times 1.99 \text{ T}] \\ &= 64.178 \text{ T} \end{aligned}$$

El cortante resistente del concreto es:

$$V_r = \phi V_n$$
$$\phi = 1.00$$

Siendo V_n el menor de:

$$\left\{ \begin{aligned} V_n &= V_c + V_s + V_p \\ V_n &= 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \end{aligned} \right.$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{210} \times 100 \times 104 = 79.71 \text{ T}$$

$$V_r = \phi V_n = 1.00 \times 79.71 \text{ T} = 79.71 \text{ T} > 64.18 \text{ T} \quad \text{OK!}$$

V.2) DISEÑO DE CIMENTACIÓN

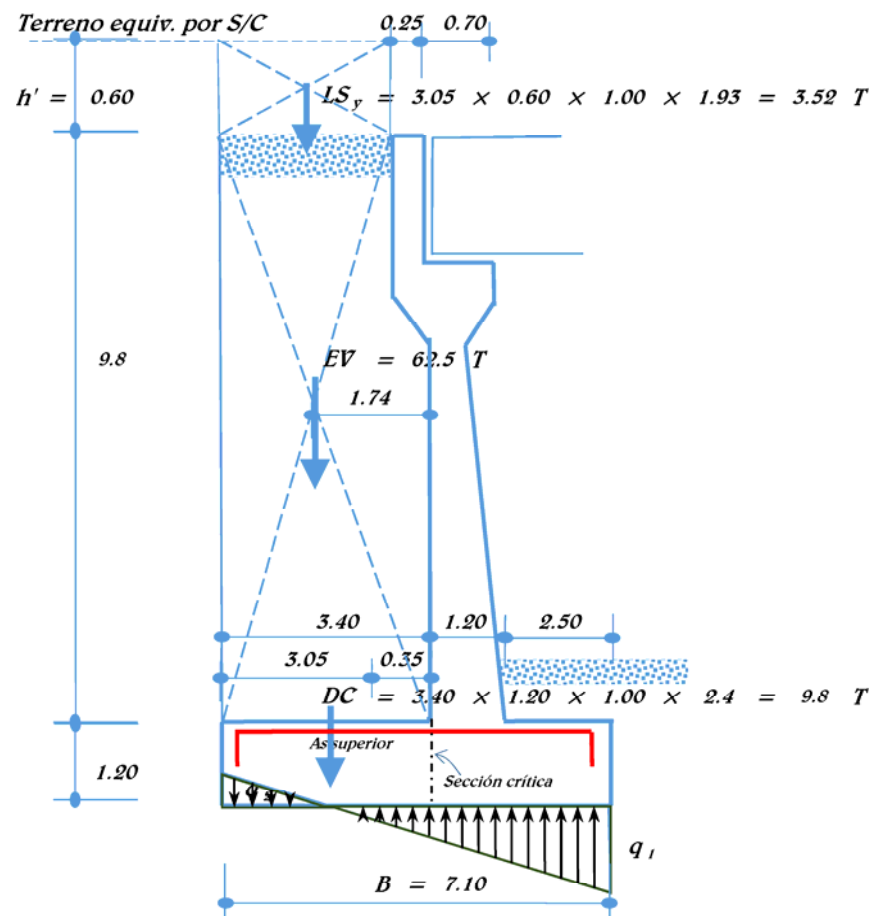
a) Acero parte superior de zapata

$$\begin{aligned}
 M_u &= n [1.25 M_{DC} + 1.35 M_{EV} + 1.75 M_{LS}] \\
 &= 1.00 [1.25 \times 16.65 \text{ Tm} + 1.35 \times 108.76 \text{ Tm} + 1.75 \times 5.37 \text{ Tm}] \\
 &= 177.04 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Propiedades del terreno:

$$\gamma_{\text{terr}} = 1.925 \text{ T/m}^3$$

$$q_{\text{adm}} = 2.70 \text{ kg/cm}^2$$



Con $M_u = 177.04 \text{ Tm}$, $As = 1 \text{ } \varnothing \text{ 1 "}$, recubrimiento $r = 7.5 \text{ cm}$

$$z = 7.5 + \frac{2.54}{2} = 8.77 \text{ cm}$$

$$d = 120.00 \text{ cm} - 8.77 \text{ cm} = 111.2 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\varnothing_f f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} = \frac{177.04 \times 10^5}{0.90 \times 4200 \times \left(111 - 5.2 \right)} = 44.17 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{44.17 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 10.39 \text{ cm}$$

$$s = \frac{5.07}{44.17} \times 100 = 11.47 \text{ cm}$$

As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

$$a) M_{cr} = 1.1 (f_r S) = 1.1 (29.13 \times 240000) = 76.90 \text{ Tm}$$

Siendo:

$$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 = 2.01 \sqrt{210} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = bh^3/6 = 100 \times 120^3 / 6 = 240000 \text{ cm}^3$$

$$b) 1.33 M_u = 1.33 \times 177.04 = 235.46 \text{ Tm}$$

El menor valor es 76.90 Tm, y la cantidad de acero propuesta:

$A_s = 44.17 \text{ cm}^2$, y resiste:

$$a = \frac{44.17 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 10.4 \text{ cm}$$

$$M_u(-) = 0.90 \times 44.17 \times 4200 \times (111.23 - 5.20) = 177.04 \text{ Tm}$$

Luego: $M_u 177.04 > 76.90$ OK

USAR 1 Ø 1 " @ 11.0 cm

b) Armadura de temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = \frac{0.18 \times 510 \times 120}{2 (510 + 120)} = 8.7 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{en cada cara})$$

$$\text{Además: } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s \text{ temp}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Se usará } A_{s \text{ temp}} = 8.74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usaremos por cara: 1 Ø 5/8" (1.27 cm²), que cumple

$$s = \frac{1.98}{8.7} = 22.50 \text{ cm}$$

$$s_{\text{máx}} = 30 \text{ cm}$$

USAR 1 Ø 5/8 " @ 22.5 cm

Nota.- El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero en el sentido perpendicular al acero, en el talón y en la punta del cimiento.

c) Revisión del talón por corte

$$\begin{aligned} V_u &= n [1.25 V_{DC} + 1.35 V_{EV} + 1.75 V_{LS}] \\ &= 1.00 [1.25 \times 6.32 \text{ T} + 1.35 \times 43.56 \text{ T} + 1.75 \times 2.23 \text{ T}] \\ &= 70.609 \text{ T} \end{aligned}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{210} \times 100 \times 106 = 81.44 \text{ T}$$

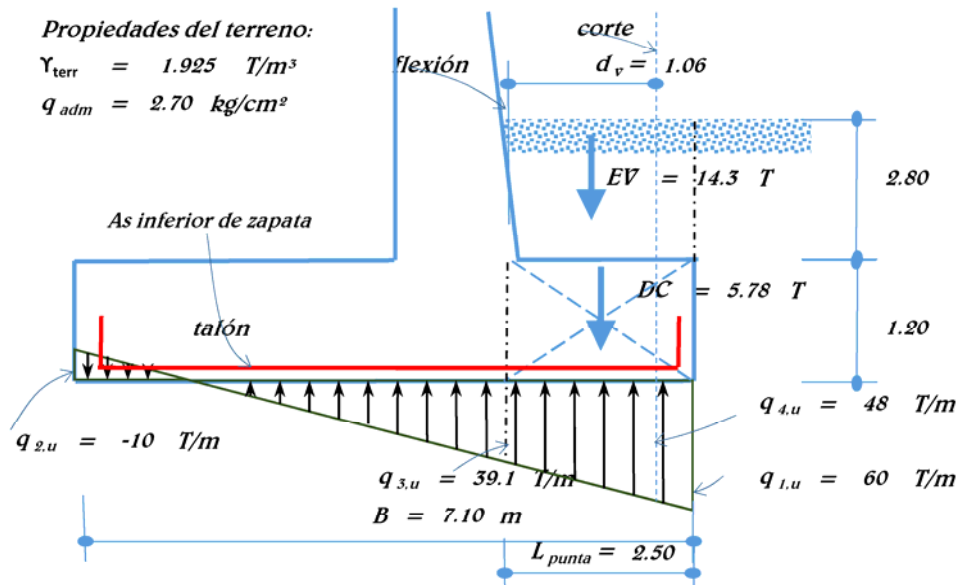
Con $V_p = 0$ y $V_s = 0$ } $V_n = 81.44 \text{ T}$
 el menor valor de } $0.25 \times 210 \times 100 \times 106 = 556.68 \text{ T}$

es $V_n = 81.44 \text{ T}$

La resistencia del concreto al corte es:

$$V_r = \phi V_n = 0.90 \times 81.44 \text{ T} = 73.3 \text{ T} > 70.6 \text{ T} \quad \text{OK!}$$

d) Acero en fondo de zapata



Siendo crítico el estado límite de Evento Extremo Ib
 $V_u = 179.71 \text{ T}$ y $e = 1.64 \text{ m}$ calculamos las presiones sobre el terreno:

$$q_u = \frac{V_u}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) = \frac{179.71}{7.10} \left(1 \pm \frac{6 \times 1.64}{7.10} \right)$$

$$q_{1,u} = 60 \text{ T/m}$$

$$q_{2,u} = -10 \text{ T/m}$$

$$M_u = \frac{L^2}{6} (q_{u,3} + 2 q_{u,1}) = \frac{2.50^2}{6} (39.1 + 2 \times 60) = 166.5 \text{ Tm}$$

Con $M_u = 166.5 \text{ Tm}$, $As = 1 \text{ } \phi 1 \text{ " @ } 12.5 \text{ cm}$;

$$\text{Por lo tanto } As = \frac{5.07}{12.5} = 40.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{40.54 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 100} = 9.54 \text{ cm}$$

$$M_u = \phi_f \times As f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 1.00 \times 40.54 \times 4200 \times (111 - 4.77) = 181.25 \text{ Tm} \quad \text{OK!}$$

As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

As mínimo

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

$$a) M_{cr} = 1.1 (fr S) = 1.1 (29.13 \times 240000) = 76.90 \text{ Tm}$$

Siendo:

$$fr = 2.01 \sqrt{f_c} \text{ kg/cm}^2 = 2.01 \sqrt{210} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 100 \times 120^2 / 6 = 240000 \text{ cm}^3$$

$$b) 1.33 M_u = 1.33 \times 166.50 = 221.44 \text{ Tm}$$

El menor valor es 76.90 Tm ,y la cantidad de acero propuesta:

$$\text{Luego: } M_u \ 181.25 > 76.90 \quad \text{OK!}$$

USAR 1 Ø 1 " @ 12.5 cm

e) Revisión del pie por corte

$$V_u = 1/2 (60.4 \text{ T/m} + 48.16 \text{ T/m}) \times (2.50 \text{ m} - 1.06 \text{ m}) = 77.89$$

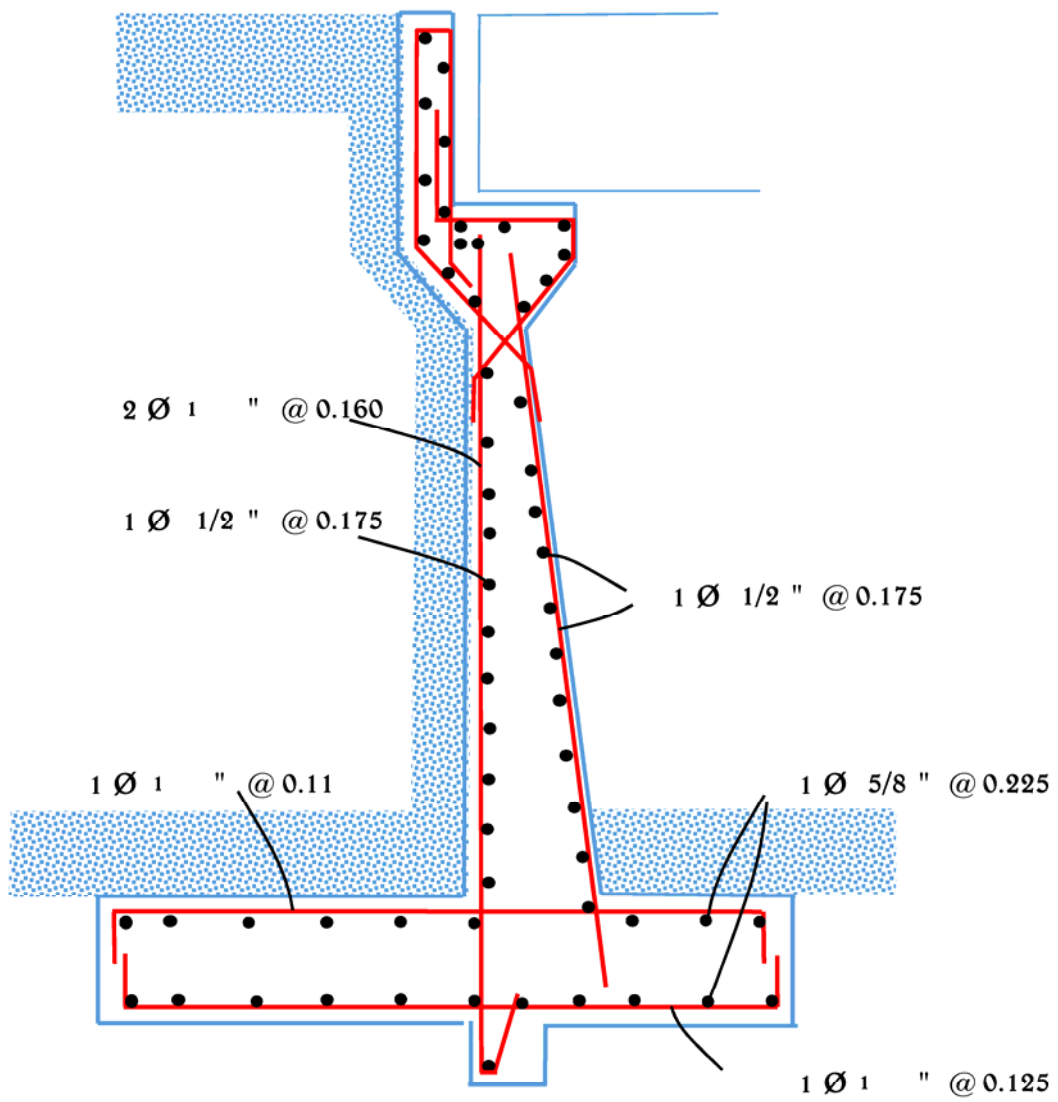
$$V_c = 0.53 \sqrt{210} \times 100 \times 106.5 = 81.77 \text{ T}$$

$$\begin{array}{l} \text{Con } V_p = 0 \text{ y } V_s = 0 \\ \text{el menor valor de} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} V_n = 81.77 \text{ T} \\ V_n = 0.25 \times 210 \times 100 \times 106.5 = 558.9 \text{ T} \end{array} \right.$$

$$\text{es } V_n = 81.77 \text{ T}$$

La resistencia del concreto al corte es:

$$V_r = \phi V_n = 1.00 \times 81.77 \text{ T} = 81.8 \text{ T} > 77.9 \text{ T} \quad \text{OK!}$$



DISPOSICIÓN DE ARMADURA EN ESTRIBO

ANEXO N° 08: PLANILLA DE METRADOS

8.1. RESUMEN DE METRADOS DE CARRETERA

| Item | Descripción | Und. | CANT. |
|-----------------|---|------|------------|
| 01.00.00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | |
| 01.01 | MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS | GLB | 1 |
| 01.02 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN | KM | 6.75 |
| 01.03 | ALQUILER DE PREDIOS PARA CAMPAMENTO Y ALMACEN | MES | 5.00 |
| 01.04 | CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.6x8.5m-Inc. GIGANTOGRAFIA. | GLB | 2.00 |
| 02.00.00 | PAVIMENTOS | | |
| 02.01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | |
| 02.01.01 | EXCAVACION MASIVA A MAQUINA | m3 | 429,874.51 |
| 02.01.02 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON EQUIPO | m3 | 10,457.65 |
| 02.01.03 | MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE | m3 | 33,175.55 |
| 02.01.04 | PERFILADO Y COMPAC. DE SUB RASANTE A MAQUINA | m2 | 33,175.55 |
| 02.01.05 | ELIMINACION DE MATERIAL DE DESMONTE (REAL) | m3 | 463,489.57 |
| 02.02 | AFIRMADOS | | |
| 2.02.01 | AFIRMADO GRANULAR | m3 | 6,635.11 |
| 03.00.00 | CUNETAS | | |
| 03.01 | TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | m2 | 12,426.94 |
| 03.02 | EXCAVACION DE ZANJAS | m3 | 2,330.05 |
| 03.03 | NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | m2 | 13,610.46 |
| 03.04 | ELIMIANCION DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | 3,029.07 |
| 03.05 | CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN CANALETAS | M3 | 1,112.51 |
| 03.06 | JUNTAS EN CANALES CON MATERIAL ELASTOMÉRICO | ML | 4,535.60 |
| 03.07 | CURADO DE CONCRETO | M2 | 1,112.51 |
| 04.00 | ALCANTARILLAS | | |
| 04.01 | TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO | m2 | 216.30 |
| 04.02 | EXCAVACION DE TIERRA EN MATERIAL SATURADO | m3 | 744.59 |
| 04.03 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON EQUIPO | m3 | 92.32 |
| 04.04 | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR | m2 | 155.75 |
| 04.05 | NIVELACION Y APISONADO MANUAL DE TERRENO | m2 | 275.75 |
| 04.06 | EMBOQUILLADO CON PIEDRA MEDIANA E=0.20M, F'C=175 KG/CM2 | m2 | 155.75 |
| 04.07 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS | m2 | 260.31 |
| | | | |

| Item | Descripción | Und. | CANT. |
|-----------------|---|------|-------|
| 04.08 | CONCRETO EN ALCANTARILLA F'C= 175 KG/CM2 | m3 | 72.69 |
| 04.09 | TUBERIA DE METAL CORRUGADO | ML | 62.41 |
| 05.00.00 | SEÑALIZACION | | |
| 05.01 | SEÑALES PREVENTIVAS | UND | 22.00 |
| 05.02 | SEÑALES INFORMATIVAS | UND | 6.00 |
| 05.03 | POSTES DE KILOMETRAJE | UND | 6.00 |
| 06.00.00 | CALIDAD EN OBRA | | |
| 06.01 | ENSAYO DE C.B.R. Y COMPACTACION | UND | 3.00 |
| 06.02 | ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE | UND | 12.00 |
| 06.03 | MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA | mes | 5.00 |
| 07.00.00 | IMPACTO AMBIENTAL Y MONITOREO ARQUEOLOGICO | | |
| 07.01 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | GLB | 1.00 |
| 07.02 | PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | GLB | 1.00 |

8.1.1 Metrados de Carretera

| Item | Descripción | Und. | CANT. | VECES | LARGO | ANCHO | ALTO | SUB TOTAL | TOTAL |
|-----------------|---|------|-------|-------|------------|-------|------|------------|------------|
| 01.00.00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | |
| 01.01 | MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS | GLB | 1 | | | | | 1.00 | 1.00 |
| 01.02 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN | KM | 6.75 | | | | | 6.75 | 6.75 |
| 01.03 | ALQUILER DE PREDIOS PARA CAMPAMENTO Y ALMACEN | MES | 5 | | | | | 5.00 | 5.00 |
| 01.04 | CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.6x8.5m-Inc. GIGANTOGRAFIA. | GLB | 2 | | | | | 2.00 | 2.00 |
| 02.00.00 | PAVIMENTOS | | | | | | | | |
| 02.01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | |
| 02.01.01 | EXCAVACION MASIVA A MAQUINA | m3 | | | VOL. | | | 0.00 | 429,874.51 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 429,874.51 | | | 429,874.51 | |
| 02.01.02 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON EQUIPO | m3 | | | VOL. | | | | 10,457.65 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 10,457.65 | | | 10,457.65 | |
| 02.01.03 | MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE | m3 | | | AREA | | | | 33,175.55 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 33,175.55 | | 1.00 | 33,175.55 | |
| 02.01.04 | PERFILADO Y COMPAC. DE SUB RASANTE A MAQUINA | m2 | | | AREA | | | | 33,175.55 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 33,175.55 | | | 33,175.55 | |
| 02.01.05 | ELIMINACION DE MATERIAL DE DESMONTE (REAL) | m3 | | | | | | | 463,489.57 |
| | | | 1.20 | | 386,241.31 | | | 463,489.57 | |
| 02.02 | AFIRMADOS | | | | | | | | |
| 2.02.01 | AFIRMADO GRANULAR | m3 | | | AREA | | | | 6,635.11 |
| | TOTAL | | 0.20 | 1.00 | 33,175.55 | | 1.00 | 6,635.11 | |
| 03.00.00 | CUNETAS | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|--------------|
| 03.01 | TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | m2 | | | | | | | 12,426.94 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 11,835.18 | 1.05 | | 12,426.94 | |
| 03.02 | EXCAVACION DE ZANJAS | m3 | | | | | | | 2,330.05 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 11,835.18 | 1.05 | 0.38 | 2,330.05 | |
| 03.03 | NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | m2 | | | | | | | 13,610.46 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 11,835.18 | 1.15 | | 13,610.46 | |
| 03.04 | ELIMIANCION DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | | | | | | | 3,029.07 |
| | EXCAVACION DE ZANJAS | | 1.30 | 1.00 | 2,330.05 | | | 3,029.07 | |
| 03.05 | CONCRETO F'c=175 KG/CM2 EN CANALETAS | M3 | | | | AREA | | | 1,112.51 |
| | U TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 11,835.18 | 0.09 | | 1,112.51 | 1,112.51 |
| 03.06 | JUNTAS EN CANALES CON MATERIAL ELASTOMÉRICO | ML | | | | | | | 4,535.60 |
| | TOTAL= | | 1.00 | | 3,944.00 | 1.15 | | 4,535.60 | |
| Item | Descripción | Und. | CANT. | VECES | LARGO | ANCHO | ALTO | SUB TOTAL | TOTAL |
| 03.07 | CURADO DE CONCRETO | M2 | | | | | | | 1,112.51 |
| | TOTAL | | 1.00 | 1.00 | 11,835.18 | 0.09 | | 1,112.51 | |
| 04.00 | ALCANTARILLAS | | | | | | | | |
| 04.01 | TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO | m2 | | | | | | | 216.30 |
| | Alcant. T. C. 0.9M | | 10.00 | | 7.21 | 3.00 | | 216.30 | |
| 04.02 | EXCAVACION DE TIERRA EN MATERIAL SATURADO | m3 | | | | | | | 744.59 |
| | Alcant. 1 | | 1.00 | | 41.96 | 2.35 | | 98.60 | |
| | Alcant. 2 | | 1.00 | | 44.06 | 2.35 | | 103.54 | |
| | Alcant. 3 | | 1.00 | | 36.54 | 2.35 | | 85.87 | |
| | Alcant. 4 | | 1.00 | | 27.67 | 2.35 | | 65.02 | |
| | Alcant. 5 | | 1.00 | | 27.00 | 2.35 | | 63.45 | |
| | Alcant. 6 | | 1.00 | | 33.34 | 2.35 | | 78.35 | |
| | Alcant. 7 | | 1.00 | | 23.92 | 2.35 | | 56.21 | |
| | Alcant. 8 | | 1.00 | | 6.38 | 2.35 | | 14.99 | |
| | Alcant. 9 | | 1.00 | | 31.11 | 2.35 | | 73.11 | |
| | Alcant. 10 | | 1.00 | | 44.87 | 2.35 | | 105.44 | |
| 04.03 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON EQUIPO | m3 | | | | | | | 92.32 |
| | Alcant. | | 10.00 | | 5.77 | 2.00 | 0.80 | 92.32 | |
| 04.04 | RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR | m2 | | | | | | | 155.75 |
| | Canal de Bajada | | 10.00 | | 4.45 | 2.00 | | 89.00 | |
| | Canal de Entrada | | 10.00 | | 4.45 | 1.50 | | 66.75 | |
| 04.05 | NIVELACION Y APISONADO MANUAL DE TERRENO | m2 | | | | | | | 275.75 |
| | Alcant. T. C. 0.9M | | 10.00 | 1.00 | 8.00 | 1.50 | | 120.00 | |
| 04.06 | EMBOQUILLADO CON PIEDRA MEDIANA E=0.20M, F'C=175 KG/CM2 | m2 | | | | | | | 155.75 |
| | Canal de Bajada | | 10.00 | | 4.45 | 2.00 | | 89.00 | |
| | Canal de Salida | | 10.00 | | 4.45 | 1.50 | | 66.75 | |
| 04.07 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS | m2 | | | | | | | 260.31 |
| | Alcant. T. C. 0.9M | | 10.00 | 2.70 | 2.37 | | 1.40 | 89.59 | |
| | | | 10.00 | 8.41 | 1.40 | | 1.45 | 170.72 | |
| 04.08 | CONCRETO EN ALCANTARILLA F'C= 175 KG/CM2 | m3 | | | | | | | 72.69 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|-----|-------|------|-------|------|------|--------|----------|
| | | | 10.00 | 1.00 | 2.70 | 2.37 | 0.40 | 25.60 | |
| | | | 10.00 | 1.00 | 8.41 | 1.40 | 0.40 | 47.10 | |
| 04.09 | TUBERIA DE METAL CORRUGADO | ML | | | | | | | 62.41 |
| | ø36 | ML | 1.00 | | 62.41 | | | 62.41 | |
| 04.10 | Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2 | Kg | | | | | | | 1,765.25 |
| | Acero ø 1/2 | Kg | 10.00 | | 40.00 | 2.45 | | 979.99 | |
| | | | 10.00 | | 38.00 | 1.92 | | 729.59 | |
| | Acero ø 3/8 | | 10.00 | | 7.00 | 1.42 | | 55.66 | |
| 05.00.00 | SEÑALIZACION | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 05.01 | SEÑALES PREVENTIVAS | UND | | | | | | | 22.00 |
| | | | 22.00 | | | | | 22.00 | |
| 05.02 | SEÑALES INFORMATIVAS | UND | | | | | | | 6.00 |
| | | | 6.00 | | | | | 6.00 | |
| 05.03 | POSTES DE KILOMETRAJE | UND | | | | | | | 6.00 |
| | | | 6.00 | | | | | 6.00 | |

| Item | Descripción | Und. | CANT. | VECES | LARGO | ANCHO | ALTO | SUB TOTAL | TOTAL |
|----------|---|------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|-------|
| 06.00.00 | CALIDAD EN OBRA | | | | | | | | |
| 06.01 | ENSAYO DE C.B.R. Y COMPACTACION | UND | | | | | | | 3.00 |
| | | | 1.00 | 3.00 | | | | 3.00 | |
| 06.02 | ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE | UND | | | | | | | 12.00 |
| | | | 1.00 | 12.00 | | | | 12.00 | |
| 06.03 | MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA | mes | | | | | | | 5.00 |
| | | | 1.00 | 5.00 | | | | 5.00 | |
| 07.00.00 | IMPACTO AMBIENTAL Y MONITOREO ARQUEOLOGICO | | | | | | | | |
| 07.01 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | GLB | | | | | | | 1.00 |
| | | | 1.00 | 1.00 | | | | 1.00 | |
| 07.02 | PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | GLB | | | | | | | 1.00 |
| | | | 1.00 | 1.00 | | | | 1.00 | |

8.1.2 METRADO DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| <u>Station</u> | <u>Area Corte (m2)</u> | <u>Area Relleno (m2)</u> | <u>PROGRESIVA</u> | <u>Volumen Corte (m2)</u> | <u>Volumen Relleno (m2)</u> |
|----------------|------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 0+000.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0+020.00 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 0+040.00 | 0 | 98.44 | 40 | 0 | 984.44 |
| 0+050.00 | 0 | 23.47 | 50 | 0 | 564.95 |
| 0+060.00 | 35.3 | 8.23 | 60 | 208.21 | 142.76 |
| 0+070.00 | 34.25 | 8.2 | 70 | 336.49 | 84.7 |
| 0+080.00 | 53.94 | 5.05 | 80 | 383.23 | 72.41 |
| 0+090.00 | 49.29 | 0 | 90 | 440.21 | 27.55 |
| 0+100.00 | 72.61 | 0 | 100 | 526.75 | 0 |
| 0+110.00 | 84.45 | 0 | 110 | 675.16 | 0 |
| 0+120.00 | 88.92 | 0 | 120 | 745.3 | 0 |
| 0+140.00 | 83.17 | 0 | 140 | 1671.49 | 0 |
| 0+160.00 | 77.42 | 0 | 160 | 1585.39 | 0 |
| 0+170.00 | 45.49 | 0 | 170 | 528.63 | 0 |
| 0+180.00 | 19.22 | 0 | 180 | 299.89 | 0 |
| 0+200.00 | 1.84 | 12.8 | 200 | 210.68 | 128.01 |
| 0+220.00 | 0.15 | 15.51 | 220 | 19.9 | 283.13 |
| 0+240.00 | 16.82 | 28.93 | 240 | 169.68 | 444.47 |
| 0+250.00 | 14.06 | 18.74 | 250 | 137.99 | 287.9 |
| 0+260.00 | 13.84 | 0.35 | 260 | 118.18 | 125.21 |
| 0+280.00 | 7.63 | 1.53 | 280 | 208.27 | 19.79 |
| 0+290.00 | 10 | 0.11 | 290 | 91.53 | 7.58 |
| 0+300.00 | 8.41 | 0 | 300 | 96.43 | 0.47 |
| 0+320.00 | 17.17 | 0 | 320 | 256.86 | 0 |
| 0+340.00 | 21.45 | 0 | 340 | 386.14 | 0 |

| | | | | | |
|----------|--------|------|-----|---------|-------|
| 0+360.00 | 21.58 | 0 | 360 | 430.31 | 0 |
| 0+380.00 | 20.77 | 0 | 380 | 423.29 | 0 |
| 0+390.00 | 20.82 | 0 | 390 | 196.46 | 0 |
| 0+400.00 | 28.56 | 0 | 400 | 236.12 | 0 |
| 0+410.00 | 44.66 | 0 | 410 | 354.53 | 0 |
| 0+420.00 | 61.72 | 0 | 420 | 523.23 | 0 |
| 0+440.00 | 69.49 | 0 | 440 | 1316.27 | 0 |
| 0+460.00 | 56.41 | 0 | 460 | 1259 | 0 |
| 0+470.00 | 50.45 | 0 | 470 | 531.47 | 0 |
| 0+480.00 | 46.24 | 0 | 480 | 480.03 | 0 |
| 0+500.00 | 30.61 | 0 | 500 | 768.42 | 0 |
| 0+520.00 | 13.53 | 0 | 520 | 440.42 | 0 |
| 0+530.00 | 3.14 | 0.01 | 530 | 81.38 | 0.07 |
| 0+540.00 | 2.53 | 2.61 | 540 | 25.14 | 14.35 |
| 0+550.00 | 12.5 | 0 | 550 | 66.74 | 14.7 |
| 0+560.00 | 33.3 | 0 | 560 | 219.94 | 0 |
| 0+570.00 | 44.55 | 0 | 570 | 389.71 | 0 |
| 0+580.00 | 61.95 | 0 | 580 | 540.5 | 0 |
| 0+590.00 | 94.72 | 0 | 590 | 812.13 | 0 |
| 0+600.00 | 106.81 | 0 | 600 | 1040.42 | 0 |
| 0+620.00 | 42.68 | 0 | 620 | 1486.92 | 0 |

| | | | | | |
|----------|-------|-------|------|--------|--------|
| 0+630.00 | 31.22 | 0 | 630 | 352.5 | 0 |
| 0+640.00 | 28.98 | 0 | 640 | 285.37 | 0 |
| 0+660.00 | 21.46 | 0 | 660 | 493.24 | 0 |
| 0+680.00 | 12.27 | 0 | 680 | 337.35 | 0 |
| 0+700.00 | 17.08 | 0 | 700 | 293.49 | 0 |
| 0+720.00 | 26.78 | 0 | 720 | 438.58 | 0 |
| 0+740.00 | 21.58 | 0 | 740 | 483.6 | 0 |
| 0+750.00 | 15.92 | 0 | 750 | 184.8 | 0 |
| 0+760.00 | 8.5 | 0.08 | 760 | 114.24 | 0.42 |
| 0+770.00 | 4.25 | 0.92 | 770 | 57.99 | 5.5 |
| 0+780.00 | 4.04 | 0.19 | 780 | 37.61 | 6.13 |
| 0+790.00 | 11.56 | 0 | 790 | 74.09 | 1.06 |
| 0+800.00 | 10.79 | 0 | 800 | 107.07 | 0 |
| 0+810.00 | 6.76 | 0 | 810 | 83.76 | 0 |
| 0+820.00 | 5.98 | 0 | 820 | 61.3 | 0 |
| 0+840.00 | 3.16 | 0 | 840 | 91.29 | 0 |
| 0+860.00 | 0 | 1.95 | 860 | 31.59 | 19.5 |
| 0+880.00 | 0.03 | 1.69 | 880 | 0.33 | 36.39 |
| 0+890.00 | 0.27 | 0.76 | 890 | 1.5 | 12.22 |
| 0+900.00 | 1.31 | 1.1 | 900 | 8 | 8.74 |
| 0+910.00 | 3.11 | 1.55 | 910 | 22.65 | 12.34 |
| 0+920.00 | 3.91 | 3.28 | 920 | 36.14 | 22.81 |
| 0+940.00 | 3.16 | 4.04 | 940 | 70.7 | 73.17 |
| 0+960.00 | 1.45 | 5.35 | 960 | 46.1 | 93.9 |
| 0+970.00 | 1 | 13.32 | 970 | 11.82 | 96.48 |
| 0+980.00 | 2.98 | 6.55 | 980 | 17.74 | 107.66 |
| 0+990.00 | 11.74 | 0.01 | 990 | 64.72 | 36.76 |
| 1+000.00 | 24.46 | 0 | 1000 | 164.21 | 0.07 |
| 1+010.00 | 28 | 0 | 1010 | 242.5 | 0 |
| 1+020.00 | 27.28 | 0 | 1020 | 260.67 | 0 |
| 1+030.00 | 43.98 | 0 | 1030 | 360.07 | 0 |
| 1+040.00 | 38.75 | 0 | 1040 | 423.98 | 0 |
| 1+060.00 | 20.66 | 0 | 1060 | 595.73 | 0 |
| 1+080.00 | 9.16 | 0 | 1080 | 298.23 | 0 |
| 1+090.00 | 10.33 | 0 | 1090 | 95.3 | 0 |
| 1+100.00 | 13.74 | 0 | 1100 | 117.59 | 0 |
| 1+110.00 | 30.03 | 0 | 1110 | 211.96 | 0 |
| 1+120.00 | 34.97 | 0 | 1120 | 314.52 | 0 |
| 1+140.00 | 17.48 | 0 | 1140 | 519.12 | 0 |
| 1+160.00 | 12.49 | 0 | 1160 | 299.67 | 0 |
| 1+180.00 | 18.26 | 0 | 1180 | 307.44 | 0 |
| 1+200.00 | 15.66 | 0 | 1200 | 339.14 | 0 |
| 1+220.00 | 32.46 | 0 | 1220 | 481.14 | 0 |
| 1+240.00 | 35.96 | 0 | 1240 | 684.2 | 0 |
| 1+260.00 | 43.09 | 0 | 1260 | 790.57 | 0 |
| 1+280.00 | 50.24 | 0 | 1280 | 933.34 | 0 |
| 1+290.00 | 46.42 | 0 | 1290 | 484.27 | 0 |
| 1+300.00 | 38.03 | 0 | 1300 | 423.85 | 0 |
| 1+320.00 | 13.13 | 0 | 1320 | 512.29 | 0 |
| 1+340.00 | 2.49 | 3.78 | 1340 | 155.81 | 37.98 |
| 1+350.00 | 5.17 | 0.93 | 1350 | 35.99 | 24.84 |

| | | | | | |
|----------|--------|-------|------|---------|--------|
| 1+360.00 | 20.05 | 0 | 1360 | 116.69 | 5.16 |
| 1+370.00 | 35.09 | 0 | 1370 | 261.93 | 0 |
| 1+380.00 | 47.98 | 0 | 1380 | 409.47 | 0 |
| 1+390.00 | 73.33 | 0 | 1390 | 644.32 | 0 |
| 1+400.00 | 86.55 | 0 | 1400 | 868.36 | 0 |
| 1+410.00 | 68.19 | 0 | 1410 | 805.06 | 0 |
| 1+420.00 | 45.29 | 0 | 1420 | 568.34 | 0 |
| 1+440.00 | 39.02 | 0 | 1440 | 843.1 | 0 |
| 1+460.00 | 34.29 | 0 | 1460 | 726.71 | 0 |
| 1+470.00 | 24.44 | 0 | 1470 | 288.68 | 0 |
| 1+480.00 | 11.06 | 0 | 1480 | 174.28 | 0 |
| 1+490.00 | 9.63 | 0 | 1490 | 100.87 | 0 |
| 1+500.00 | 9.15 | 0 | 1500 | 91.53 | 0 |
| 1+510.00 | 3.7 | 1.04 | 1510 | 62.43 | 5.43 |
| 1+520.00 | 0.26 | 5.02 | 1520 | 19.06 | 31.33 |
| 1+540.00 | 0 | 13.78 | 1540 | 2.55 | 190.36 |
| 1+550.00 | 0 | 13.58 | 1550 | 0 | 142.54 |
| 1+560.00 | 0 | 12.73 | 1560 | 0 | 135.83 |
| 1+570.00 | 0 | 9.39 | 1570 | 0 | 111.33 |
| 1+580.00 | 1.29 | 0.3 | 1580 | 7.3 | 47.6 |
| 1+590.00 | 13.25 | 0 | 1590 | 73.65 | 1.21 |
| 1+600.00 | 23.11 | 0 | 1600 | 185.8 | 0 |
| 1+620.00 | 25.13 | 0 | 1620 | 485.03 | 0 |
| 1+630.00 | 27.66 | 0 | 1630 | 250.81 | 0 |
| 1+640.00 | 36.41 | 0 | 1640 | 295.08 | 0 |
| 1+650.00 | 51.52 | 0 | 1650 | 419.37 | 0 |
| 1+660.00 | 76.42 | 0 | 1660 | 630.03 | 0 |
| 1+670.00 | 97.71 | 0 | 1670 | 886.04 | 0 |
| 1+680.00 | 100.52 | 0 | 1680 | 1006.06 | 0 |
| 1+690.00 | 114.17 | 0 | 1690 | 1089.6 | 0 |
| 1+700.00 | 85.6 | 0 | 1700 | 1000.77 | 0 |
| 1+720.00 | 47.01 | 0 | 1720 | 1326.07 | 0 |
| 1+740.00 | 13.26 | 0 | 1740 | 602.69 | 0 |
| 1+760.00 | 12.3 | 0 | 1760 | 255.78 | 0 |
| 1+780.00 | 18.16 | 0 | 1780 | 304.63 | 0 |
| 1+800.00 | 12.95 | 0 | 1800 | 311.76 | 0 |
| 1+820.00 | 22.91 | 0 | 1820 | 359.79 | 0 |
| 1+840.00 | 29.76 | 0 | 1840 | 526.74 | 0 |
| 1+860.00 | 13.32 | 0.89 | 1860 | 430.76 | 8.88 |
| 1+880.00 | 14.28 | 0.09 | 1880 | 275.97 | 9.74 |
| 1+890.00 | 17.85 | 0 | 1890 | 161.54 | 0.42 |
| 1+900.00 | 25.38 | 0 | 1900 | 217.88 | 0 |
| 1+910.00 | 19.74 | 0 | 1910 | 227.67 | 0 |
| 1+920.00 | 16.3 | 0.01 | 1920 | 181.86 | 0.04 |
| 1+930.00 | 18.7 | 0 | 1930 | 176.34 | 0.04 |
| 1+940.00 | 21.9 | 0 | 1940 | 204.32 | 0 |
| 1+950.00 | 0 | 0 | 1950 | 110.17 | 0 |
| 1+960.00 | 6.36 | 1.41 | 1960 | 32.09 | 6.93 |
| 1+970.00 | 3.34 | 1.54 | 1970 | 48.93 | 14.53 |
| 1+980.00 | 8.45 | 0.02 | 1980 | 59.36 | 7.68 |
| 1+990.00 | 7.1 | 0 | 1990 | 78.18 | 0.08 |

| | | | | | |
|----------|--------|------|------|---------|------|
| 2+000.00 | 16.57 | 0 | 2000 | 118.73 | 0 |
| 2+010.00 | 26.67 | 0 | 2010 | 216.8 | 0 |
| 2+020.00 | 39.53 | 0 | 2020 | 331.19 | 0 |
| 2+040.00 | 53.93 | 0 | 2040 | 934.6 | 0 |
| 2+060.00 | 59.53 | 0 | 2060 | 1134.56 | 0 |
| 2+080.00 | 53.92 | 0 | 2080 | 1134.48 | 0 |
| 2+100.00 | 44.11 | 0 | 2100 | 980.32 | 0 |
| 2+120.00 | 36.92 | 0 | 2120 | 810.33 | 0 |
| 2+140.00 | 31.2 | 0 | 2140 | 681.16 | 0 |
| 2+160.00 | 26.1 | 0 | 2160 | 572.98 | 0 |
| 2+180.00 | 23.83 | 0 | 2180 | 499.26 | 0 |
| 2+190.00 | 28.88 | 0 | 2190 | 261.05 | 0 |
| 2+200.00 | 40.88 | 0 | 2200 | 340.13 | 0 |
| 2+210.00 | 55.53 | 0 | 2210 | 466.93 | 0 |
| 2+220.00 | 70.37 | 0 | 2220 | 614.65 | 0 |
| 2+230.00 | 76.42 | 0 | 2230 | 722.84 | 0 |
| 2+240.00 | 60.72 | 0 | 2240 | 674.88 | 0 |
| 2+250.00 | 42.89 | 0 | 2250 | 506.54 | 0 |
| 2+260.00 | 46.47 | 0 | 2260 | 438.88 | 0 |
| 2+270.00 | 46.79 | 0 | 2270 | 462.9 | 0 |
| 2+280.00 | 46.62 | 0 | 2280 | 465.99 | 0 |
| 2+300.00 | 41.52 | 0 | 2300 | 881.34 | 0 |
| 2+320.00 | 26.34 | 0 | 2320 | 678.6 | 0 |
| 2+340.00 | 16.17 | 0 | 2340 | 425.07 | 0 |
| 2+360.00 | 22.72 | 0 | 2360 | 388.89 | 0 |
| 2+370.00 | 8.94 | 0 | 2370 | 158.28 | 0 |
| 2+380.00 | 3.73 | 1.61 | 2380 | 61.83 | 8.32 |
| 2+390.00 | 10.38 | 0 | 2390 | 63.9 | 8.81 |
| 2+400.00 | 23.86 | 0 | 2400 | 160.16 | 0 |
| 2+410.00 | 39.52 | 0 | 2410 | 308.91 | 0 |
| 2+420.00 | 49.06 | 0 | 2420 | 443.9 | 0 |
| 2+430.00 | 56.51 | 0 | 2430 | 542.15 | 0 |
| 2+440.00 | 61.28 | 0 | 2440 | 598.8 | 0 |
| 2+460.00 | 55.05 | 0 | 2460 | 1163.28 | 0 |
| 2+480.00 | 59.74 | 0 | 2480 | 1137.42 | 0 |
| 2+500.00 | 97.48 | 0 | 2500 | 1572.23 | 0 |
| 2+520.00 | 144.36 | 0 | 2520 | 2418.44 | 0 |
| 2+540.00 | 94.36 | 0 | 2540 | 2387.22 | 0 |
| 2+560.00 | 47.62 | 0 | 2560 | 1419.84 | 0 |
| 2+580.00 | 61.02 | 0 | 2580 | 1086.41 | 0 |
| 2+600.00 | 87.03 | 0 | 2600 | 1480.43 | 0 |
| 2+620.00 | 91.8 | 0 | 2620 | 1770.48 | 0 |
| 2+630.00 | 101.3 | 0 | 2630 | 934.24 | 0 |
| 2+640.00 | 94.44 | 0 | 2640 | 945.17 | 0 |
| 2+660.00 | 84.3 | 0 | 2660 | 1759.31 | 0 |
| 2+680.00 | 83.16 | 0 | 2680 | 1674.62 | 0 |
| 2+700.00 | 162.8 | 0 | 2700 | 2459.65 | 0 |
| 2+720.00 | 193.53 | 0 | 2720 | 3563.31 | 0 |
| 2+740.00 | 234.43 | 0 | 2740 | 4279.53 | 0 |
| 2+750.00 | 230.09 | 0 | 2750 | 2313.56 | 0 |
| 2+760.00 | 195.87 | 0 | 2760 | 1764.59 | 0 |

| | | | | | |
|----------|--------|-------|------|---------|--------|
| 2+770.00 | 189.13 | 0 | 2770 | 1598.45 | 0 |
| 2+780.00 | 241.69 | 0 | 2780 | 1810.73 | 0 |
| 2+790.00 | 319.11 | 0 | 2790 | 2364.51 | 0 |
| 2+800.00 | 338.06 | 0 | 2800 | 2742.17 | 0 |
| 2+820.00 | 287.95 | 0 | 2820 | 5877.17 | 0 |
| 2+830.00 | 193.23 | 0 | 2830 | 2561.2 | 0 |
| 2+840.00 | 114.5 | 0 | 2840 | 1804.96 | 0 |
| 2+850.00 | 51.15 | 0 | 2850 | 911.57 | 0 |
| 2+860.00 | 65.71 | 0 | 2860 | 631.03 | 0 |
| 2+870.00 | 78.89 | 0 | 2870 | 794.79 | 0 |
| 2+880.00 | 82.6 | 0 | 2880 | 808.36 | 0 |
| 2+900.00 | 45.96 | 0 | 2900 | 1285.62 | 0 |
| 2+920.00 | 57.57 | 0 | 2920 | 1035.29 | 0 |
| 2+930.00 | 76.13 | 0 | 2930 | 665.75 | 0 |
| 2+940.00 | 98.27 | 0 | 2940 | 850.18 | 0 |
| 2+950.00 | 133.62 | 0 | 2950 | 1124.5 | 0 |
| 2+960.00 | 169.94 | 0 | 2960 | 1589.17 | 0 |
| 2+970.00 | 133.63 | 0 | 2970 | 1643.71 | 0 |
| 2+980.00 | 110.84 | 0 | 2980 | 1283.65 | 0 |
| 2+990.00 | 124.38 | 0 | 2990 | 1232.22 | 0 |
| 3+000.00 | 98.46 | 0 | 3000 | 1134.36 | 0 |
| 3+020.00 | 66.5 | 0 | 3020 | 1649.6 | 0 |
| 3+030.00 | 82.31 | 0 | 3030 | 746.21 | 0 |
| 3+040.00 | 259.91 | 0 | 3040 | 1807.77 | 0 |
| 3+050.00 | 194.57 | 0 | 3050 | 2412.67 | 0 |
| 3+060.00 | 141.5 | 0 | 3060 | 1755.86 | 0 |
| 3+070.00 | 73.75 | 0 | 3070 | 1109.55 | 0 |
| 3+080.00 | 20.61 | 0 | 3080 | 474.83 | 0 |
| 3+100.00 | 4.11 | 0.38 | 3100 | 247.16 | 3.81 |
| 3+120.00 | 58.6 | 0 | 3120 | 624.92 | 3.86 |
| 3+130.00 | 101.79 | 0 | 3130 | 768.82 | 0 |
| 3+140.00 | 140.19 | 0 | 3140 | 1165.18 | 0 |
| 3+150.00 | 153.47 | 0 | 3150 | 1496.42 | 0 |
| 3+160.00 | 158.34 | 0 | 3160 | 1645.98 | 0 |
| 3+170.00 | 138.78 | 0 | 3170 | 1593.47 | 0 |
| 3+180.00 | 85.42 | 0 | 3180 | 1172.64 | 0 |
| 3+190.00 | 40.83 | 0 | 3190 | 640.66 | 0 |
| 3+200.00 | 22.63 | 0 | 3200 | 317.38 | 0 |
| 3+220.00 | 13.72 | 0 | 3220 | 363.48 | 0 |
| 3+240.00 | 0 | 13.12 | 3240 | 137.45 | 130.73 |
| 3+250.00 | 0 | 19.04 | 3250 | 0 | 155.14 |
| 3+260.00 | 2.77 | 0.35 | 3260 | 13.99 | 95.92 |
| 3+280.00 | 30.7 | 0 | 3280 | 334.64 | 3.53 |
| 3+300.00 | 20.68 | 0 | 3300 | 513.82 | 0 |
| 3+320.00 | 37.99 | 0 | 3320 | 586.79 | 0 |
| 3+340.00 | 52.71 | 0 | 3340 | 907.01 | 0 |
| 3+360.00 | 68.06 | 0 | 3360 | 1207.21 | 0 |
| 3+370.00 | 77.75 | 0 | 3370 | 725.28 | 0 |
| 3+380.00 | 94.51 | 0 | 3380 | 859.09 | 0 |
| 3+390.00 | 98.46 | 0 | 3390 | 964.81 | 0 |
| 3+400.00 | 89.05 | 0 | 3400 | 937.41 | 0 |

| | | | | | |
|----------|--------|------|------|---------|-------|
| 3+410.00 | 75.83 | 0 | 3410 | 823.5 | 0 |
| 3+420.00 | 62.04 | 0 | 3420 | 688.11 | 0 |
| 3+430.00 | 53.19 | 0 | 3430 | 576.62 | 0 |
| 3+440.00 | 51.89 | 0 | 3440 | 529.09 | 0 |
| 3+450.00 | 57.9 | 0 | 3450 | 556.45 | 0 |
| 3+460.00 | 58.08 | 0 | 3460 | 584.91 | 0 |
| 3+480.00 | 51.15 | 0 | 3480 | 1092.29 | 0 |
| 3+500.00 | 23.01 | 0 | 3500 | 741.63 | 0 |
| 3+520.00 | 2.84 | 3.85 | 3520 | 258.51 | 38.51 |
| 3+540.00 | 1.51 | 5.06 | 3540 | 43.52 | 89.07 |
| 3+560.00 | 7.95 | 0.33 | 3560 | 94.62 | 53.92 |
| 3+570.00 | 16.01 | 0 | 3570 | 115.6 | 1.76 |
| 3+580.00 | 35.94 | 0 | 3580 | 242.29 | 0 |
| 3+590.00 | 69.28 | 0 | 3590 | 496.24 | 0 |
| 3+600.00 | 116.55 | 0 | 3600 | 976.12 | 0 |
| 3+610.00 | 123.37 | 0 | 3610 | 1339.39 | 0 |
| 3+620.00 | 106.48 | 0 | 3620 | 1249.32 | 0 |
| 3+630.00 | 89.58 | 0 | 3630 | 1013.89 | 0 |
| 3+640.00 | 71.9 | 0 | 3640 | 807.68 | 0 |
| 3+660.00 | 30.15 | 0 | 3660 | 1020.48 | 0 |
| 3+680.00 | 22.7 | 0 | 3680 | 528.43 | 0 |
| 3+700.00 | 76.94 | 0 | 3700 | 996.34 | 0 |
| 3+720.00 | 56.37 | 0 | 3720 | 1333.05 | 0 |
| 3+740.00 | 22.56 | 0 | 3740 | 789.31 | 0 |
| 3+760.00 | 7.45 | 2.98 | 3760 | 300.09 | 29.84 |
| 3+770.00 | 0 | 5.01 | 3770 | 37.16 | 40.05 |
| 3+780.00 | 7.09 | 2.9 | 3780 | 33.42 | 41.78 |
| 3+790.00 | 19.82 | 0 | 3790 | 121.14 | 16.16 |
| 3+800.00 | 45.96 | 0 | 3800 | 301.78 | 0 |
| 3+810.00 | 104.64 | 0 | 3810 | 813.74 | 0 |
| 3+820.00 | 157.22 | 0 | 3820 | 1607.14 | 0 |
| 3+830.00 | 140.65 | 0 | 3830 | 1761.97 | 0 |
| 3+840.00 | 125.95 | 0 | 3840 | 1430.56 | 0 |
| 3+860.00 | 98.06 | 0 | 3860 | 2242.63 | 0 |
| 3+880.00 | 99.2 | 0 | 3880 | 1972.57 | 0 |
| 3+900.00 | 241.67 | 0 | 3900 | 3408.69 | 0 |
| 3+920.00 | 185.27 | 0 | 3920 | 4269.43 | 0 |
| 3+940.00 | 80.19 | 0 | 3940 | 2654.68 | 0 |
| 3+960.00 | 42.33 | 0 | 3960 | 1225.26 | 0 |
| 3+980.00 | 83.53 | 0 | 3980 | 1261.49 | 0 |
| 3+990.00 | 91.23 | 0 | 3990 | 931.92 | 0 |
| 4+000.00 | 77.88 | 0 | 4000 | 898.81 | 0 |
| 4+020.00 | 52.66 | 0 | 4020 | 1328.79 | 0 |
| 4+040.00 | 44.74 | 0.06 | 4040 | 974.04 | 0.63 |
| 4+060.00 | 33.49 | 0 | 4060 | 782.37 | 0.63 |
| 4+080.00 | 17.05 | 0 | 4080 | 505.41 | 0 |
| 4+090.00 | 22.12 | 0 | 4090 | 200.03 | 0 |
| 4+100.00 | 19.6 | 0 | 4100 | 215.29 | 0 |
| 4+110.00 | 9.4 | 0.8 | 4110 | 150.41 | 3.66 |
| 4+120.00 | 6.24 | 0.99 | 4120 | 81.64 | 8.15 |
| 4+130.00 | 10.47 | 0 | 4130 | 86.65 | 4.49 |

| | | | | | |
|----------|--------|-------|------|---------|--------|
| 4+140.00 | 9.11 | 0 | 4140 | 101.1 | 0.01 |
| 4+160.00 | 25.66 | 0 | 4160 | 348.66 | 0.02 |
| 4+180.00 | 107.5 | 0 | 4180 | 1331.63 | 0 |
| 4+200.00 | 127.26 | 0 | 4200 | 2347.67 | 0 |
| 4+220.00 | 134.87 | 0 | 4220 | 2621.3 | 0 |
| 4+230.00 | 126.36 | 0 | 4230 | 1292.09 | 0 |
| 4+240.00 | 120.46 | 0 | 4240 | 1192.94 | 0 |
| 4+250.00 | 119.12 | 0 | 4250 | 1154.54 | 0 |
| 4+260.00 | 125.91 | 0 | 4260 | 1181.19 | 0 |
| 4+270.00 | 114.86 | 0 | 4270 | 1161.41 | 0 |
| 4+280.00 | 106.4 | 0 | 4280 | 1068.11 | 0 |
| 4+290.00 | 103.34 | 0 | 4290 | 1013.79 | 0 |
| 4+300.00 | 105.79 | 0 | 4300 | 1012.08 | 0 |
| 4+310.00 | 105.22 | 0 | 4310 | 1022.38 | 0 |
| 4+320.00 | 103.65 | 0 | 4320 | 1013.05 | 0 |
| 4+330.00 | 107.88 | 0 | 4330 | 1027 | 0 |
| 4+340.00 | 112.85 | 0 | 4340 | 1094.62 | 0 |
| 4+360.00 | 113.84 | 0 | 4360 | 2266.85 | 0 |
| 4+380.00 | 117.2 | 0 | 4380 | 2310.38 | 0 |
| 4+400.00 | 117.89 | 0 | 4400 | 2350.89 | 0 |
| 4+420.00 | 114.23 | 0 | 4420 | 2321.22 | 0 |
| 4+440.00 | 141.17 | 0 | 4440 | 2554.06 | 0 |
| 4+450.00 | 159.2 | 0 | 4450 | 1490.54 | 0 |
| 4+460.00 | 161.04 | 0 | 4460 | 1554.84 | 0 |
| 4+470.00 | 145.17 | 0 | 4470 | 1491.68 | 0 |
| 4+480.00 | 127.73 | 0 | 4480 | 1331.14 | 0 |
| 4+490.00 | 116.61 | 0 | 4490 | 1195.68 | 0 |
| 4+500.00 | 108.41 | 0 | 4500 | 1106.57 | 0 |
| 4+510.00 | 96.65 | 0 | 4510 | 1010.24 | 0 |
| 4+520.00 | 85.12 | 0 | 4520 | 896.49 | 0 |
| 4+530.00 | 73.56 | 0 | 4530 | 783.82 | 0 |
| 4+540.00 | 62.51 | 0 | 4540 | 672.46 | 0 |
| 4+550.00 | 52.03 | 0 | 4550 | 566.28 | 0 |
| 4+560.00 | 44.85 | 0 | 4560 | 480.77 | 0 |
| 4+580.00 | 35.82 | 0 | 4580 | 807.89 | 0 |
| 4+600.00 | 39.39 | 0 | 4600 | 752.07 | 0 |
| 4+620.00 | 54.69 | 0 | 4620 | 940.8 | 0 |
| 4+640.00 | 66.07 | 0 | 4640 | 1207.61 | 0 |
| 4+660.00 | 131.93 | 0 | 4660 | 1980 | 0 |
| 4+680.00 | 105.05 | 0 | 4680 | 2369.82 | 0 |
| 4+700.00 | 104.3 | 0 | 4700 | 2093.51 | 0 |
| 4+720.00 | 110.16 | 0 | 4720 | 2144.55 | 0 |
| 4+740.00 | 26.04 | 0 | 4740 | 1361.94 | 0 |
| 4+760.00 | 3.32 | 16.72 | 4760 | 293.81 | 166.51 |
| 4+770.00 | 4.26 | 13.68 | 4770 | 38.92 | 145.1 |
| 4+780.00 | 3.56 | 71.85 | 4780 | 40.16 | 373.37 |
| 4+790.00 | 4.36 | 85.23 | 4790 | 40.68 | 665.91 |
| 4+800.00 | 6.46 | 94.12 | 4800 | 55.47 | 732.12 |
| 4+810.00 | 8.02 | 5.68 | 4810 | 74.2 | 401.59 |
| 4+820.00 | 8.15 | 6.73 | 4820 | 82.9 | 59.54 |
| 4+840.00 | 18.89 | 0.15 | 4840 | 272.53 | 67.8 |

| | | | | | |
|----------|--------|-------|------|---------|--------|
| 4+860.00 | 18.05 | 0.01 | 4860 | 369.44 | 1.53 |
| 4+880.00 | 14.84 | 0.49 | 4880 | 328.93 | 4.93 |
| 4+900.00 | 11.99 | 1.62 | 4900 | 268.33 | 21.02 |
| 4+920.00 | 2.77 | 6.72 | 4920 | 147.64 | 83.34 |
| 4+940.00 | 20.91 | 0 | 4940 | 236.82 | 67.19 |
| 4+960.00 | 39.25 | 0 | 4960 | 601.59 | 0 |
| 4+980.00 | 53.89 | 0 | 4980 | 931.43 | 0 |
| 5+000.00 | 89.19 | 0 | 5000 | 1430.83 | 0 |
| 5+020.00 | 81.15 | 0 | 5020 | 1703.36 | 0 |
| 5+040.00 | 69.77 | 0 | 5040 | 1509.14 | 0 |
| 5+060.00 | 53.07 | 0 | 5060 | 1228.36 | 0 |
| 5+080.00 | 42.26 | 0 | 5080 | 953.33 | 0 |
| 5+100.00 | 43.74 | 0 | 5100 | 859.66 | 0 |
| 5+110.00 | 47.91 | 0 | 5110 | 445.33 | 0 |
| 5+120.00 | 53.62 | 0 | 5120 | 476.2 | 0 |
| 5+130.00 | 56.76 | 0 | 5130 | 518.14 | 0 |
| 5+140.00 | 69.32 | 0 | 5140 | 613.06 | 0 |
| 5+150.00 | 82.17 | 0 | 5150 | 772.81 | 0 |
| 5+160.00 | 105.38 | 0 | 5160 | 998.15 | 0 |
| 5+170.00 | 134.31 | 0 | 5170 | 1290.3 | 0 |
| 5+180.00 | 140.25 | 0 | 5180 | 1430.32 | 0 |
| 5+200.00 | 175.5 | 0 | 5200 | 3162.94 | 0 |
| 5+220.00 | 105.64 | 0 | 5220 | 2811.41 | 0 |
| 5+240.00 | 66.53 | 0 | 5240 | 1721.69 | 0 |
| 5+260.00 | 41.4 | 0 | 5260 | 1079.27 | 0 |
| 5+280.00 | 16.07 | 0 | 5280 | 574.73 | 0 |
| 5+300.00 | 4.79 | 5.93 | 5300 | 208.65 | 59.28 |
| 5+320.00 | 0.15 | 20.55 | 5320 | 49.65 | 263.28 |
| 5+330.00 | 0 | 26.36 | 5330 | 0.78 | 229.29 |
| 5+340.00 | 0 | 41.53 | 5340 | 0 | 330.04 |
| 5+360.00 | 5.54 | 7.52 | 5360 | 55.47 | 489.41 |
| 5+380.00 | 27.4 | 0 | 5380 | 329.37 | 75.19 |
| 5+400.00 | 28.43 | 0 | 5400 | 558.28 | 0 |
| 5+420.00 | 24.89 | 0 | 5420 | 533.18 | 0 |
| 5+440.00 | 35.45 | 0 | 5440 | 603.22 | 0 |
| 5+450.00 | 47.93 | 0 | 5450 | 403.77 | 0 |
| 5+460.00 | 67.56 | 0 | 5460 | 557.12 | 0 |
| 5+470.00 | 89.77 | 0 | 5470 | 756.47 | 0 |
| 5+480.00 | 75.14 | 0 | 5480 | 789.72 | 0 |
| 5+500.00 | 26.5 | 0 | 5500 | 998.79 | 0 |
| 5+520.00 | 4.19 | 0.9 | 5520 | 306.98 | 8.96 |
| 5+540.00 | 0.27 | 7.01 | 5540 | 44.65 | 79.03 |
| 5+560.00 | 0.01 | 10.97 | 5560 | 2.79 | 180.33 |
| 5+570.00 | 0.37 | 5.78 | 5570 | 1.78 | 86.67 |
| 5+580.00 | 10.24 | 0 | 5580 | 49.9 | 30.66 |
| 5+590.00 | 26.87 | 0 | 5590 | 173.44 | 0 |
| 5+600.00 | 21.05 | 0 | 5600 | 223.89 | 0 |
| 5+610.00 | 37.02 | 0 | 5610 | 274.48 | 0 |
| 5+620.00 | 63.34 | 0 | 5620 | 486.3 | 0 |
| 5+630.00 | 94.3 | 0 | 5630 | 786.75 | 0 |
| 5+640.00 | 121.87 | 0 | 5640 | 1110.94 | 0 |

| | | | | | |
|----------|--------|------|------|---------|-------|
| 5+650.00 | 134.18 | 0 | 5650 | 1319.87 | 0 |
| 5+660.00 | 122.18 | 0 | 5660 | 1293.44 | 0 |
| 5+680.00 | 88.83 | 0 | 5680 | 2110.06 | 0 |
| 5+700.00 | 97.06 | 0 | 5700 | 1858.93 | 0 |
| 5+720.00 | 121.11 | 0 | 5720 | 2181.7 | 0 |
| 5+740.00 | 169.67 | 0 | 5740 | 2907.74 | 0 |
| 5+750.00 | 181.75 | 0 | 5750 | 1629.09 | 0 |
| 5+760.00 | 145.14 | 0 | 5760 | 1462.97 | 0 |
| 5+780.00 | 68.96 | 0 | 5780 | 2089.56 | 0 |
| 5+800.00 | 34.12 | 0 | 5800 | 1030.88 | 0 |
| 5+820.00 | 18.86 | 0 | 5820 | 529.86 | 0 |
| 5+830.00 | 17.09 | 0 | 5830 | 183.21 | 0.01 |
| 5+840.00 | 19.29 | 0 | 5840 | 185.68 | 0.01 |
| 5+850.00 | 19.61 | 0 | 5850 | 198.54 | 0 |
| 5+860.00 | 22.3 | 0 | 5860 | 212.04 | 0 |
| 5+880.00 | 32.19 | 0 | 5880 | 544.85 | 0 |
| 5+900.00 | 37.41 | 0 | 5900 | 696.03 | 0 |
| 5+920.00 | 30.96 | 0 | 5920 | 683.75 | 0 |
| 5+940.00 | 42.05 | 0 | 5940 | 730.12 | 0 |
| 5+950.00 | 33.61 | 0 | 5950 | 377.84 | 0 |
| 5+960.00 | 13.62 | 0.46 | 5960 | 229.77 | 2.39 |
| 5+970.00 | 20.92 | 0 | 5970 | 158.76 | 2.53 |
| 5+980.00 | 51.06 | 0 | 5980 | 333.04 | 0 |
| 5+990.00 | 79.55 | 0 | 5990 | 629.23 | 0 |
| 6+000.00 | 93.84 | 0 | 6000 | 865.71 | 0 |
| 6+010.00 | 94.28 | 0 | 6010 | 955.95 | 0 |
| 6+020.00 | 112.31 | 0 | 6020 | 1101.7 | 0 |
| 6+030.00 | 93.45 | 0 | 6030 | 1076.72 | 0 |
| 6+040.00 | 84.1 | 0 | 6040 | 892.42 | 0 |
| 6+060.00 | 84.44 | 0 | 6060 | 1685.49 | 0 |
| 6+080.00 | 43.08 | 0 | 6080 | 1275.23 | 0 |
| 6+090.00 | 21.33 | 0 | 6090 | 323.75 | 0 |
| 6+100.00 | 14.61 | 0 | 6100 | 181.34 | 0 |
| 6+110.00 | 11.18 | 0.24 | 6110 | 131.2 | 1.16 |
| 6+120.00 | 8.38 | 1.83 | 6120 | 98.67 | 10.18 |
| 6+140.00 | 17.76 | 1.32 | 6140 | 257.48 | 32.02 |
| 6+150.00 | 41 | 0 | 6150 | 279.73 | 6.93 |
| 6+160.00 | 49.09 | 0 | 6160 | 427.96 | 0 |
| 6+170.00 | 64.83 | 0 | 6170 | 542.29 | 0 |
| 6+180.00 | 73.48 | 0 | 6180 | 685.92 | 0 |
| 6+200.00 | 51.75 | 0 | 6200 | 1252.28 | 0 |
| 6+220.00 | 28.22 | 0 | 6220 | 799.68 | 0 |
| 6+240.00 | 10.37 | 0 | 6240 | 385.89 | 0 |
| 6+260.00 | 0.83 | 6.94 | 6260 | 111.99 | 69.38 |
| 6+280.00 | 4.75 | 0.09 | 6280 | 55.77 | 70.25 |
| 6+290.00 | 0.18 | 2.08 | 6290 | 24.61 | 10.86 |
| 6+300.00 | 0.58 | 0 | 6300 | 3.71 | 10.57 |
| 6+310.00 | 9.56 | 0 | 6310 | 50.54 | 0.02 |
| 6+320.00 | 6.76 | 0 | 6320 | 81.34 | 0 |
| 6+330.00 | 18.54 | 0 | 6330 | 122.02 | 0 |
| 6+340.00 | 43.1 | 0 | 6340 | 300.27 | 0 |

| | | | | | |
|----------|--------|-------|------|---------|--------|
| 6+350.00 | 67.63 | 0 | 6350 | 551.88 | 0 |
| 6+360.00 | 80.01 | 0 | 6360 | 754.9 | 0 |
| 6+370.00 | 74.34 | 0 | 6370 | 799.27 | 0 |
| 6+380.00 | 87.02 | 0 | 6380 | 832.43 | 0 |
| 6+390.00 | 92.97 | 0 | 6390 | 915.62 | 0 |
| 6+400.00 | 95.34 | 0 | 6400 | 942.06 | 0 |
| 6+420.00 | 103.23 | 0 | 6420 | 1985.68 | 0 |
| 6+440.00 | 140.82 | 0 | 6440 | 2440.51 | 0 |
| 6+460.00 | 145.81 | 0 | 6460 | 2866.36 | 0 |
| 6+480.00 | 167.79 | 0 | 6480 | 3136.07 | 0 |
| 6+500.00 | 196.12 | 0 | 6500 | 3639.11 | 0 |
| 6+520.00 | 98.47 | 0 | 6520 | 2945.91 | 0 |
| 6+540.00 | 53.54 | 0 | 6540 | 1520.68 | 0 |
| 6+550.00 | 46.58 | 0 | 6550 | 503.86 | 0 |
| 6+560.00 | 58.91 | 0 | 6560 | 534.07 | 0 |
| 6+570.00 | 73.31 | 0 | 6570 | 672.19 | 0 |
| 6+580.00 | 118.57 | 0 | 6580 | 960.09 | 0 |
| 6+600.00 | 110 | 0 | 6600 | 2285.71 | 0 |
| 6+620.00 | 98.32 | 0 | 6620 | 2040.01 | 0 |
| 6+630.00 | 104.29 | 0 | 6630 | 926.33 | 0 |
| 6+640.00 | 125.9 | 0 | 6640 | 1055.5 | 0 |
| 6+650.00 | 150.86 | 0 | 6650 | 1264.42 | 0 |
| 6+660.00 | 123.46 | 0 | 6660 | 1259.89 | 0 |
| 6+670.00 | 67.27 | 0 | 6670 | 887.48 | 0 |
| 6+680.00 | 50.9 | 0 | 6680 | 584.59 | 0 |
| 6+700.00 | 47.72 | 0 | 6700 | 986.16 | 0 |
| 6+720.00 | 85.11 | 0 | 6720 | 1338.94 | 0 |
| 6+730.00 | 94.48 | 0 | 6730 | 950.07 | 0 |
| 6+740.00 | 55.53 | 0 | 6740 | 791.67 | 0 |
| 6+750.00 | 41.09 | 0 | 6750 | 496.74 | 0 |
| 6+760.00 | 47.9 | 0 | 6760 | 449.76 | 0 |
| 6+770.00 | 50.47 | 0 | 6770 | 497.4 | 0 |
| 6+780.00 | 53.05 | 0 | 6780 | 523.59 | 0 |
| 6+790.00 | 54.81 | 0 | 6790 | 545.64 | 0 |
| 6+800.00 | 51.33 | 0 | 6800 | 536.95 | 0 |
| 6+810.00 | 36.61 | 0 | 6810 | 444.82 | 0 |
| 6+820.00 | 18.51 | 0 | 6820 | 278.95 | 0 |
| 6+830.00 | 4.78 | 0.49 | 6830 | 118.25 | 2.34 |
| 6+840.00 | 0 | 11.08 | 6840 | 24.51 | 56.29 |
| 6+860.00 | 1.28 | 4.23 | 6860 | 13.03 | 151.43 |
| 6+880.00 | 14.82 | 0 | 6880 | 161.01 | 42.3 |
| 6+900.00 | 36.51 | 0 | 6900 | 513.31 | 0 |
| 6+920.00 | 65.3 | 0 | 6920 | 1018.14 | 0 |
| 6+940.00 | 104.11 | 0 | 6940 | 1682.08 | 0 |
| 6+950.00 | 116.01 | 0 | 6950 | 1062.61 | 0 |
| 6+960.00 | 103.26 | 0 | 6960 | 1051.21 | 0 |
| 6+970.00 | 70.03 | 0 | 6970 | 830.55 | 0 |
| 6+980.00 | 44.36 | 0 | 6980 | 549.97 | 0 |
| 6+990.00 | 31.66 | 0 | 6990 | 368.78 | 0 |
| 7+000.00 | 30.42 | 0 | 7000 | 304.29 | 0 |
| 7+010.00 | 31.99 | 0 | 7010 | 307.16 | 0 |

| | | | | | |
|----------|--------|------|----------------|-----------|-----------|
| 7+020.00 | 35.54 | 0 | 7020 | 332.25 | 0 |
| 7+030.00 | 35.19 | 0 | 7030 | 348.03 | 0 |
| 7+040.00 | 25.11 | 0 | 7040 | 296.75 | 0 |
| 7+050.00 | 18.13 | 0 | 7050 | 212.48 | 0 |
| 7+060.00 | 21.6 | 0 | 7060 | 194.6 | 0 |
| 7+080.00 | 64.47 | 0 | 7080 | 857.36 | 0 |
| 7+100.00 | 152.05 | 0 | 7100 | 2165.24 | 0 |
| 7+120.00 | 137.55 | 0 | 7120 | 2896.06 | 0 |
| 7+140.00 | 109.86 | 0 | 7140 | 2474.13 | 0 |
| 7+160.00 | 109.93 | 0 | 7160 | 2197.94 | 0 |
| 7+180.00 | 131.06 | 0 | 7180 | 2409.93 | 0 |
| 7+200.00 | 114.23 | 0 | 7200 | 2452.92 | 0 |
| 7+220.00 | 162.51 | 0 | 7220 | 2767.4 | 0 |
| 7+240.00 | 126.78 | 0 | 7240 | 2892.87 | 0 |
| 7+260.00 | 35.73 | 0 | 7260 | 1625.1 | 0 |
| 7+280.00 | 26.06 | 0 | 7280 | 617.9 | 0 |
| 7+300.00 | 14.45 | 0 | 7300 | 404.2 | 0 |
| 7+310.00 | 12.26 | 0 | 7310 | 129.69 | 0 |
| 7+320.00 | 14.26 | 0 | 7320 | 129.22 | 0 |
| 7+330.00 | 15.21 | 0 | 7330 | 144.23 | 0 |
| 7+340.00 | 14.2 | 0 | 7340 | 144.25 | 0 |
| 7+350.00 | 10.69 | 0 | 7350 | 121.45 | 0 |
| 7+360.00 | 8.14 | 0.07 | 7360 | 91.16 | 0.38 |
| 7+370.00 | 9.69 | 0 | 7370 | 86.36 | 0.38 |
| 7+380.00 | 18.6 | 0 | 7380 | 137.8 | 0 |
| 7+390.00 | 25.8 | 0 | 7390 | 216.68 | 0 |
| 7+400.00 | 21.46 | 0 | 7400 | 230.5 | 0 |
| 7+410.00 | 30.48 | 0 | 7410 | 253.28 | 0 |
| 7+420.00 | 44.71 | 0 | 7420 | 373.09 | 0 |
| 7+440.00 | 78.52 | 0 | 7440 | 1232.24 | 0 |
| 7+460.00 | 116.88 | 0 | 7460 | 1954.03 | 0 |
| 7+470.00 | 106.66 | 0 | 7470 | 1105.87 | 0 |
| 7+480.00 | 95.71 | 0 | 7480 | 987.12 | 0 |
| 7+490.00 | 87.47 | 0 | 7490 | 892.29 | 0 |
| 7+500.00 | 31.18 | 0 | 7500 | 591.95 | 0 |
| 7+520.00 | 2.98 | 1.97 | 7520 | 341.61 | 19.69 |
| 7+540.00 | 1.07 | 3.52 | 7540 | 40.48 | 54.87 |
| 7+560.00 | 22.05 | 0 | 7560 | 231.16 | 35.18 |
| 7+572.59 | 55.16 | 0 | 7572.59 | 485.95 | 0 |
| | | | TOTAL = | 429874.51 | 10457.65 |
| | | | | | |
| | | | AREA TOTAL M2= | 33175.554 | 6635.1108 |

8.1.3 METRADO DE CUNETAS

| <u>Station</u> | <u>Izquierda</u> | <u>Derecha</u> | <u>PROGRESIVA</u> | <u>Metros lineales de cuneta</u> | <u>Acumulado</u> |
|----------------|------------------|----------------|-------------------|--|------------------|
| 0+000.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0+020.00 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 0+040.00 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| 0+050.00 | 0 | 1 | 50 | 10 | 10 |
| 0+060.00 | 0 | 1 | 60 | 10 | 20 |
| 0+070.00 | 0 | 1 | 70 | 10 | 30 |
| 0+080.00 | 0 | 1 | 80 | 10 | 40 |
| 0+090.00 | 0 | 1 | 90 | 10 | 50 |
| 0+100.00 | 0 | 1 | 100 | 10 | 60 |
| 0+110.00 | 0 | 1 | 110 | 10 | 70 |
| 0+120.00 | 0 | 1 | 120 | 10 | 80 |
| 0+140.00 | 0 | 1 | 140 | 20 | 100 |
| 0+160.00 | 0 | 1 | 160 | 20 | 120 |
| 0+170.00 | 0 | 1 | 170 | 10 | 130 |
| 0+180.00 | 0 | 1 | 180 | 10 | 140 |
| 0+200.00 | 0 | 1 | 200 | 20 | 160 |
| 0+220.00 | 0 | 1 | 220 | 20 | 180 |
| 0+240.00 | 0 | 1 | 240 | 20 | 200 |
| 0+250.00 | 0 | 1 | 250 | 10 | 210 |
| 0+260.00 | 0 | 1 | 260 | 10 | 220 |
| 0+280.00 | 0 | 1 | 280 | 20 | 240 |
| 0+290.00 | 0 | 1 | 290 | 10 | 250 |
| 0+300.00 | 0 | 1 | 300 | 10 | 260 |
| 0+320.00 | 1 | 1 | 320 | 40 | 300 |
| 0+340.00 | 1 | 1 | 340 | 40 | 340 |
| 0+360.00 | 1 | 1 | 360 | 40 | 380 |
| 0+380.00 | 1 | 1 | 380 | 40 | 420 |
| 0+390.00 | 1 | 1 | 390 | 20 | 440 |
| 0+400.00 | 1 | 1 | 400 | 20 | 460 |
| 0+410.00 | 1 | 1 | 410 | 20 | 480 |
| 0+420.00 | 1 | 1 | 420 | 20 | 500 |
| 0+440.00 | 1 | 1 | 440 | 40 | 540 |
| 0+460.00 | 1 | 1 | 460 | 40 | 580 |
| 0+470.00 | 1 | 1 | 470 | 20 | 600 |

| | | | | | |
|----------|---|---|-----|----|-----|
| 0+480.00 | 1 | 1 | 480 | 20 | 620 |
| 0+500.00 | 1 | 1 | 500 | 40 | 660 |
| 0+520.00 | 1 | 1 | 520 | 40 | 700 |
| 0+530.00 | 1 | 1 | 530 | 20 | 720 |
| 0+540.00 | 1 | 0 | 540 | 10 | 730 |
| 0+550.00 | 1 | 0 | 550 | 10 | 740 |
| 0+560.00 | 1 | 1 | 560 | 20 | 760 |
| 0+570.00 | 1 | 1 | 570 | 20 | 780 |
| 0+580.00 | 1 | 1 | 580 | 20 | 800 |
| 0+590.00 | 1 | 1 | 590 | 20 | 820 |
| 0+600.00 | 1 | 1 | 600 | 20 | 840 |
| 0+620.00 | 1 | 1 | 620 | 40 | 880 |
| 0+630.00 | 0 | 1 | 630 | 10 | 890 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 0+640.00 | 0 | 1 | 640 | 10 | 900 |
| 0+660.00 | 0 | 1 | 660 | 20 | 920 |
| 0+680.00 | 0 | 1 | 680 | 20 | 940 |
| 0+700.00 | 0 | 1 | 700 | 20 | 960 |
| 0+720.00 | 0 | 1 | 720 | 20 | 980 |
| 0+740.00 | 0 | 1 | 740 | 20 | 1000 |
| 0+750.00 | 0 | 1 | 750 | 10 | 1010 |
| 0+760.00 | 0 | 1 | 760 | 10 | 1020 |
| 0+770.00 | 0 | 1 | 770 | 10 | 1030 |
| 0+780.00 | 0 | 1 | 780 | 10 | 1040 |
| 0+790.00 | 0 | 1 | 790 | 10 | 1050 |
| 0+800.00 | 0 | 1 | 800 | 10 | 1060 |
| 0+810.00 | 1 | 1 | 810 | 20 | 1080 |
| 0+820.00 | 1 | 1 | 820 | 20 | 1100 |
| 0+840.00 | 1 | 1 | 840 | 40 | 1140 |
| 0+860.00 | 0 | 0 | 860 | 0 | 1140 |
| 0+880.00 | 1 | 0 | 880 | 20 | 1160 |
| 0+890.00 | 1 | 0 | 890 | 10 | 1170 |
| 0+900.00 | 1 | 0 | 900 | 10 | 1180 |
| 0+910.00 | 1 | 0 | 910 | 10 | 1190 |
| 0+920.00 | 1 | 0 | 920 | 10 | 1200 |
| 0+940.00 | 1 | 0 | 940 | 20 | 1220 |
| 0+960.00 | 1 | 0 | 960 | 20 | 1240 |
| 0+970.00 | 1 | 0 | 970 | 10 | 1250 |
| 0+980.00 | 1 | 0 | 980 | 10 | 1260 |
| 0+990.00 | 1 | 0 | 990 | 10 | 1270 |
| 1+000.00 | 1 | 0 | 1000 | 10 | 1280 |
| 1+010.00 | 1 | 1 | 1010 | 20 | 1300 |
| 1+020.00 | 1 | 1 | 1020 | 20 | 1320 |
| 1+030.00 | 1 | 1 | 1030 | 20 | 1340 |
| 1+040.00 | 1 | 1 | 1040 | 20 | 1360 |
| 1+060.00 | 1 | 1 | 1060 | 40 | 1400 |
| 1+080.00 | 1 | 1 | 1080 | 40 | 1440 |
| 1+090.00 | 1 | 1 | 1090 | 20 | 1460 |
| 1+100.00 | 1 | 1 | 1100 | 20 | 1480 |
| 1+110.00 | 1 | 1 | 1110 | 20 | 1500 |
| 1+120.00 | 1 | 1 | 1120 | 20 | 1520 |
| 1+140.00 | 1 | 1 | 1140 | 40 | 1560 |
| 1+160.00 | 1 | 1 | 1160 | 40 | 1600 |
| 1+180.00 | 1 | 1 | 1180 | 40 | 1640 |
| 1+200.00 | 1 | 1 | 1200 | 40 | 1680 |
| 1+220.00 | 1 | 1 | 1220 | 40 | 1720 |
| 1+240.00 | 1 | 1 | 1240 | 40 | 1760 |
| 1+260.00 | 1 | 1 | 1260 | 40 | 1800 |
| 1+280.00 | 1 | 1 | 1280 | 40 | 1840 |
| 1+290.00 | 1 | 1 | 1290 | 20 | 1860 |
| 1+300.00 | 1 | 1 | 1300 | 20 | 1880 |
| 1+320.00 | 0 | 1 | 1320 | 20 | 1900 |
| 1+340.00 | 0 | 1 | 1340 | 20 | 1920 |
| 1+350.00 | 0 | 1 | 1350 | 10 | 1930 |
| 1+360.00 | 0 | 1 | 1360 | 10 | 1940 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 1+370.00 | 1 | 1 | 1370 | 20 | 1960 |
| 1+380.00 | 1 | 1 | 1380 | 20 | 1980 |
| 1+390.00 | 1 | 1 | 1390 | 20 | 2000 |
| 1+400.00 | 1 | 1 | 1400 | 20 | 2020 |
| 1+410.00 | 1 | 1 | 1410 | 20 | 2040 |
| 1+420.00 | 1 | 1 | 1420 | 20 | 2060 |
| 1+440.00 | 1 | 1 | 1440 | 40 | 2100 |
| 1+460.00 | 1 | 1 | 1460 | 40 | 2140 |
| 1+470.00 | 1 | 1 | 1470 | 20 | 2160 |
| 1+480.00 | 1 | 0 | 1480 | 10 | 2170 |
| 1+490.00 | 1 | 0 | 1490 | 10 | 2180 |
| 1+500.00 | 1 | 0 | 1500 | 10 | 2190 |
| 1+510.00 | 1 | 0 | 1510 | 10 | 2200 |
| 1+520.00 | 0 | 0 | 1520 | 0 | 2200 |
| 1+540.00 | 0 | 0 | 1540 | 0 | 2200 |
| 1+550.00 | 0 | 0 | 1550 | 0 | 2200 |
| 1+560.00 | 0 | 0 | 1560 | 0 | 2200 |
| 1+570.00 | 0 | 0 | 1570 | 0 | 2200 |
| 1+580.00 | 0 | 0 | 1580 | 0 | 2200 |
| 1+590.00 | 1 | 1 | 1590 | 20 | 2220 |
| 1+600.00 | 1 | 1 | 1600 | 20 | 2240 |
| 1+620.00 | 0 | 1 | 1620 | 20 | 2260 |
| 1+630.00 | 0 | 1 | 1630 | 10 | 2270 |
| 1+640.00 | 1 | 1 | 1640 | 20 | 2290 |
| 1+650.00 | 1 | 1 | 1650 | 20 | 2310 |
| 1+660.00 | 1 | 1 | 1660 | 20 | 2330 |
| 1+670.00 | 1 | 1 | 1670 | 20 | 2350 |
| 1+680.00 | 1 | 1 | 1680 | 20 | 2370 |
| 1+690.00 | 1 | 1 | 1690 | 20 | 2390 |
| 1+700.00 | 1 | 1 | 1700 | 20 | 2410 |
| 1+720.00 | 1 | 1 | 1720 | 40 | 2450 |
| 1+740.00 | 1 | 0 | 1740 | 20 | 2470 |
| 1+760.00 | 1 | 0 | 1760 | 20 | 2490 |
| 1+780.00 | 1 | 0 | 1780 | 20 | 2510 |
| 1+800.00 | 1 | 0 | 1800 | 20 | 2530 |
| 1+820.00 | 1 | 0 | 1820 | 20 | 2550 |
| 1+840.00 | 1 | 0 | 1840 | 20 | 2570 |
| 1+860.00 | 1 | 0 | 1860 | 20 | 2590 |
| 1+880.00 | 1 | 0 | 1880 | 20 | 2610 |
| 1+890.00 | 1 | 0 | 1890 | 10 | 2620 |
| 1+900.00 | 1 | 0 | 1900 | 10 | 2630 |
| 1+910.00 | 1 | 0 | 1910 | 10 | 2640 |
| 1+920.00 | 1 | 0 | 1920 | 10 | 2650 |
| 1+930.00 | 1 | 0 | 1930 | 10 | 2660 |
| 1+940.00 | 1 | 0 | 1940 | 10 | 2670 |
| 1+950.00 | 1 | 0 | 1950 | 10 | 2680 |
| 1+960.00 | 1 | 0 | 1960 | 10 | 2690 |
| 1+970.00 | 1 | 0 | 1970 | 10 | 2700 |
| 1+980.00 | 1 | 0 | 1980 | 10 | 2710 |
| 1+990.00 | 1 | 0 | 1990 | 10 | 2720 |
| 2+000.00 | 1 | 0 | 2000 | 10 | 2730 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 2+010.00 | 1 | 0 | 2010 | 10 | 2740 |
| 2+020.00 | 1 | 1 | 2020 | 20 | 2760 |
| 2+040.00 | 1 | 1 | 2040 | 40 | 2800 |
| 2+060.00 | 1 | 1 | 2060 | 40 | 2840 |
| 2+080.00 | 1 | 1 | 2080 | 40 | 2880 |
| 2+100.00 | 1 | 1 | 2100 | 40 | 2920 |
| 2+120.00 | 1 | 1 | 2120 | 40 | 2960 |
| 2+140.00 | 1 | 1 | 2140 | 40 | 3000 |
| 2+160.00 | 1 | 1 | 2160 | 40 | 3040 |
| 2+180.00 | 1 | 1 | 2180 | 40 | 3080 |
| 2+190.00 | 1 | 1 | 2190 | 20 | 3100 |
| 2+200.00 | 1 | 1 | 2200 | 20 | 3120 |
| 2+210.00 | 1 | 1 | 2210 | 20 | 3140 |
| 2+220.00 | 1 | 1 | 2220 | 20 | 3160 |
| 2+230.00 | 1 | 1 | 2230 | 20 | 3180 |
| 2+240.00 | 1 | 1 | 2240 | 20 | 3200 |
| 2+250.00 | 1 | 1 | 2250 | 20 | 3220 |
| 2+260.00 | 1 | 1 | 2260 | 20 | 3240 |
| 2+270.00 | 1 | 1 | 2270 | 20 | 3260 |
| 2+280.00 | 1 | 1 | 2280 | 20 | 3280 |
| 2+300.00 | 1 | 1 | 2300 | 40 | 3320 |
| 2+320.00 | 1 | 1 | 2320 | 40 | 3360 |
| 2+340.00 | 1 | 1 | 2340 | 40 | 3400 |
| 2+360.00 | 1 | 1 | 2360 | 40 | 3440 |
| 2+370.00 | 0 | 1 | 2370 | 10 | 3450 |
| 2+380.00 | 0 | 1 | 2380 | 10 | 3460 |
| 2+390.00 | 0 | 1 | 2390 | 10 | 3470 |
| 2+400.00 | 1 | 1 | 2400 | 20 | 3490 |
| 2+410.00 | 1 | 1 | 2410 | 20 | 3510 |
| 2+420.00 | 1 | 1 | 2420 | 20 | 3530 |
| 2+430.00 | 1 | 1 | 2430 | 20 | 3550 |
| 2+440.00 | 1 | 1 | 2440 | 20 | 3570 |
| 2+460.00 | 1 | 1 | 2460 | 40 | 3610 |
| 2+480.00 | 1 | 1 | 2480 | 40 | 3650 |
| 2+500.00 | 1 | 1 | 2500 | 40 | 3690 |
| 2+520.00 | 1 | 1 | 2520 | 40 | 3730 |
| 2+540.00 | 1 | 1 | 2540 | 40 | 3770 |
| 2+560.00 | 1 | 1 | 2560 | 40 | 3810 |
| 2+580.00 | 1 | 1 | 2580 | 40 | 3850 |
| 2+600.00 | 1 | 1 | 2600 | 40 | 3890 |
| 2+620.00 | 1 | 1 | 2620 | 40 | 3930 |
| 2+630.00 | 1 | 1 | 2630 | 20 | 3950 |
| 2+640.00 | 1 | 1 | 2640 | 20 | 3970 |
| 2+660.00 | 1 | 1 | 2660 | 40 | 4010 |
| 2+680.00 | 1 | 1 | 2680 | 40 | 4050 |
| 2+700.00 | 1 | 1 | 2700 | 40 | 4090 |
| 2+720.00 | 1 | 1 | 2720 | 40 | 4130 |
| 2+740.00 | 1 | 1 | 2740 | 40 | 4170 |
| 2+750.00 | 1 | 1 | 2750 | 20 | 4190 |
| 2+760.00 | 1 | 1 | 2760 | 20 | 4210 |
| 2+770.00 | 1 | 1 | 2770 | 20 | 4230 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 2+780.00 | 1 | 1 | 2780 | 20 | 4250 |
| 2+790.00 | 1 | 1 | 2790 | 20 | 4270 |
| 2+800.00 | 1 | 1 | 2800 | 20 | 4290 |
| 2+820.00 | 1 | 1 | 2820 | 40 | 4330 |
| 2+830.00 | 1 | 1 | 2830 | 20 | 4350 |
| 2+840.00 | 1 | 1 | 2840 | 20 | 4370 |
| 2+850.00 | 1 | 1 | 2850 | 20 | 4390 |
| 2+860.00 | 1 | 1 | 2860 | 20 | 4410 |
| 2+870.00 | 1 | 1 | 2870 | 20 | 4430 |
| 2+880.00 | 1 | 1 | 2880 | 20 | 4450 |
| 2+900.00 | 1 | 1 | 2900 | 40 | 4490 |
| 2+920.00 | 1 | 1 | 2920 | 40 | 4530 |
| 2+930.00 | 1 | 1 | 2930 | 20 | 4550 |
| 2+940.00 | 1 | 1 | 2940 | 20 | 4570 |
| 2+950.00 | 1 | 1 | 2950 | 20 | 4590 |
| 2+960.00 | 1 | 1 | 2960 | 20 | 4610 |
| 2+970.00 | 1 | 1 | 2970 | 20 | 4630 |
| 2+980.00 | 1 | 1 | 2980 | 20 | 4650 |
| 2+990.00 | 1 | 1 | 2990 | 20 | 4670 |
| 3+000.00 | 1 | 1 | 3000 | 20 | 4690 |
| 3+020.00 | 1 | 1 | 3020 | 40 | 4730 |
| 3+030.00 | 1 | 1 | 3030 | 20 | 4750 |
| 3+040.00 | 1 | 1 | 3040 | 20 | 4770 |
| 3+050.00 | 1 | 1 | 3050 | 20 | 4790 |
| 3+060.00 | 1 | 1 | 3060 | 20 | 4810 |
| 3+070.00 | 1 | 1 | 3070 | 20 | 4830 |
| 3+080.00 | 1 | 1 | 3080 | 20 | 4850 |
| 3+100.00 | 1 | 1 | 3100 | 40 | 4890 |
| 3+120.00 | 1 | 1 | 3120 | 40 | 4930 |
| 3+130.00 | 1 | 1 | 3130 | 20 | 4950 |
| 3+140.00 | 1 | 1 | 3140 | 20 | 4970 |
| 3+150.00 | 1 | 1 | 3150 | 20 | 4990 |
| 3+160.00 | 1 | 1 | 3160 | 20 | 5010 |
| 3+170.00 | 1 | 1 | 3170 | 20 | 5030 |
| 3+180.00 | 1 | 1 | 3180 | 20 | 5050 |
| 3+190.00 | 1 | 1 | 3190 | 20 | 5070 |
| 3+200.00 | 1 | 1 | 3200 | 20 | 5090 |
| 3+220.00 | 1 | 1 | 3220 | 40 | 5130 |
| 3+240.00 | 0 | 0 | 3240 | 0 | 5130 |
| 3+250.00 | 0 | 0 | 3250 | 0 | 5130 |
| 3+260.00 | 1 | 0 | 3260 | 10 | 5140 |
| 3+280.00 | 1 | 1 | 3280 | 40 | 5180 |
| 3+300.00 | 1 | 1 | 3300 | 40 | 5220 |
| 3+320.00 | 1 | 1 | 3320 | 40 | 5260 |
| 3+340.00 | 1 | 1 | 3340 | 40 | 5300 |
| 3+360.00 | 1 | 1 | 3360 | 40 | 5340 |
| 3+370.00 | 1 | 1 | 3370 | 20 | 5360 |
| 3+380.00 | 1 | 1 | 3380 | 20 | 5380 |
| 3+390.00 | 1 | 1 | 3390 | 20 | 5400 |
| 3+400.00 | 1 | 1 | 3400 | 20 | 5420 |
| 3+410.00 | 1 | 1 | 3410 | 20 | 5440 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 3+420.00 | 1 | 1 | 3420 | 20 | 5460 |
| 3+430.00 | 1 | 1 | 3430 | 20 | 5480 |
| 3+440.00 | 1 | 1 | 3440 | 20 | 5500 |
| 3+450.00 | 1 | 1 | 3450 | 20 | 5520 |
| 3+460.00 | 1 | 1 | 3460 | 20 | 5540 |
| 3+480.00 | 1 | 1 | 3480 | 40 | 5580 |
| 3+500.00 | 1 | 0 | 3500 | 20 | 5600 |
| 3+520.00 | 1 | 0 | 3520 | 20 | 5620 |
| 3+540.00 | 1 | 0 | 3540 | 20 | 5640 |
| 3+560.00 | 1 | 0 | 3560 | 20 | 5660 |
| 3+570.00 | 1 | 0 | 3570 | 10 | 5670 |
| 3+580.00 | 1 | 1 | 3580 | 20 | 5690 |
| 3+590.00 | 1 | 1 | 3590 | 20 | 5710 |
| 3+600.00 | 1 | 1 | 3600 | 20 | 5730 |
| 3+610.00 | 1 | 1 | 3610 | 20 | 5750 |
| 3+620.00 | 1 | 1 | 3620 | 20 | 5770 |
| 3+630.00 | 1 | 1 | 3630 | 20 | 5790 |
| 3+640.00 | 1 | 1 | 3640 | 20 | 5810 |
| 3+660.00 | 0 | 1 | 3660 | 20 | 5830 |
| 3+680.00 | 0 | 1 | 3680 | 20 | 5850 |
| 3+700.00 | 0 | 1 | 3700 | 20 | 5870 |
| 3+720.00 | 0 | 1 | 3720 | 20 | 5890 |
| 3+740.00 | 0 | 1 | 3740 | 20 | 5910 |
| 3+760.00 | 0 | 1 | 3760 | 20 | 5930 |
| 3+770.00 | 0 | 1 | 3770 | 10 | 5940 |
| 3+780.00 | 0 | 1 | 3780 | 10 | 5950 |
| 3+790.00 | 0 | 1 | 3790 | 10 | 5960 |
| 3+800.00 | 1 | 1 | 3800 | 20 | 5980 |
| 3+810.00 | 1 | 1 | 3810 | 20 | 6000 |
| 3+820.00 | 1 | 1 | 3820 | 20 | 6020 |
| 3+830.00 | 1 | 1 | 3830 | 20 | 6040 |
| 3+840.00 | 1 | 1 | 3840 | 20 | 6060 |
| 3+860.00 | 1 | 1 | 3860 | 40 | 6100 |
| 3+880.00 | 1 | 1 | 3880 | 40 | 6140 |
| 3+900.00 | 1 | 1 | 3900 | 40 | 6180 |
| 3+920.00 | 1 | 1 | 3920 | 40 | 6220 |
| 3+940.00 | 1 | 0 | 3940 | 20 | 6240 |
| 3+960.00 | 1 | 0 | 3960 | 20 | 6260 |
| 3+980.00 | 1 | 0 | 3980 | 20 | 6280 |
| 3+990.00 | 1 | 0 | 3990 | 10 | 6290 |
| 4+000.00 | 1 | 0 | 4000 | 10 | 6300 |
| 4+020.00 | 1 | 0 | 4020 | 20 | 6320 |
| 4+040.00 | 1 | 0 | 4040 | 20 | 6340 |
| 4+060.00 | 1 | 0 | 4060 | 20 | 6360 |
| 4+080.00 | 1 | 0 | 4080 | 20 | 6380 |
| 4+090.00 | 1 | 0 | 4090 | 10 | 6390 |
| 4+100.00 | 1 | 0 | 4100 | 10 | 6400 |
| 4+110.00 | 1 | 0 | 4110 | 10 | 6410 |
| 4+120.00 | 1 | 0 | 4120 | 10 | 6420 |
| 4+130.00 | 1 | 0 | 4130 | 10 | 6430 |
| 4+140.00 | 1 | 0 | 4140 | 10 | 6440 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 4+160.00 | 1 | 0 | 4160 | 20 | 6460 |
| 4+180.00 | 1 | 1 | 4180 | 40 | 6500 |
| 4+200.00 | 1 | 1 | 4200 | 40 | 6540 |
| 4+220.00 | 1 | 1 | 4220 | 40 | 6580 |
| 4+230.00 | 1 | 1 | 4230 | 20 | 6600 |
| 4+240.00 | 1 | 1 | 4240 | 20 | 6620 |
| 4+250.00 | 1 | 1 | 4250 | 20 | 6640 |
| 4+260.00 | 1 | 1 | 4260 | 20 | 6660 |
| 4+270.00 | 1 | 1 | 4270 | 20 | 6680 |
| 4+280.00 | 1 | 1 | 4280 | 20 | 6700 |
| 4+290.00 | 1 | 1 | 4290 | 20 | 6720 |
| 4+300.00 | 1 | 1 | 4300 | 20 | 6740 |
| 4+310.00 | 1 | 1 | 4310 | 20 | 6760 |
| 4+320.00 | 1 | 1 | 4320 | 20 | 6780 |
| 4+330.00 | 1 | 1 | 4330 | 20 | 6800 |
| 4+340.00 | 1 | 1 | 4340 | 20 | 6820 |
| 4+360.00 | 1 | 1 | 4360 | 40 | 6860 |
| 4+380.00 | 1 | 1 | 4380 | 40 | 6900 |
| 4+400.00 | 1 | 1 | 4400 | 40 | 6940 |
| 4+420.00 | 1 | 1 | 4420 | 40 | 6980 |
| 4+440.00 | 1 | 1 | 4440 | 40 | 7020 |
| 4+450.00 | 1 | 1 | 4450 | 20 | 7040 |
| 4+460.00 | 1 | 1 | 4460 | 20 | 7060 |
| 4+470.00 | 1 | 1 | 4470 | 20 | 7080 |
| 4+480.00 | 1 | 1 | 4480 | 20 | 7100 |
| 4+490.00 | 1 | 1 | 4490 | 20 | 7120 |
| 4+500.00 | 1 | 1 | 4500 | 20 | 7140 |
| 4+510.00 | 1 | 1 | 4510 | 20 | 7160 |
| 4+520.00 | 1 | 1 | 4520 | 20 | 7180 |
| 4+530.00 | 1 | 1 | 4530 | 20 | 7200 |
| 4+540.00 | 1 | 1 | 4540 | 20 | 7220 |
| 4+550.00 | 1 | 1 | 4550 | 20 | 7240 |
| 4+560.00 | 1 | 1 | 4560 | 20 | 7260 |
| 4+580.00 | 1 | 1 | 4580 | 40 | 7300 |
| 4+600.00 | 1 | 1 | 4600 | 40 | 7340 |
| 4+620.00 | 1 | 1 | 4620 | 40 | 7380 |
| 4+640.00 | 1 | 1 | 4640 | 40 | 7420 |
| 4+660.00 | 1 | 1 | 4660 | 40 | 7460 |
| 4+680.00 | 1 | 1 | 4680 | 40 | 7500 |
| 4+700.00 | 1 | 1 | 4700 | 40 | 7540 |
| 4+720.00 | 1 | 1 | 4720 | 40 | 7580 |
| 4+740.00 | 0 | 1 | 4740 | 20 | 7600 |
| 4+760.00 | 0 | 1 | 4760 | 20 | 7620 |
| 4+770.00 | 0 | 1 | 4770 | 10 | 7630 |
| 4+780.00 | 0 | 1 | 4780 | 10 | 7640 |
| 4+790.00 | 0 | 1 | 4790 | 10 | 7650 |
| 4+800.00 | 0 | 1 | 4800 | 10 | 7660 |
| 4+810.00 | 0 | 1 | 4810 | 10 | 7670 |
| 4+820.00 | 0 | 1 | 4820 | 10 | 7680 |
| 4+840.00 | 0 | 1 | 4840 | 20 | 7700 |
| 4+860.00 | 0 | 1 | 4860 | 20 | 7720 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 4+880.00 | 0 | 1 | 4880 | 20 | 7740 |
| 4+900.00 | 0 | 1 | 4900 | 20 | 7760 |
| 4+920.00 | 0 | 1 | 4920 | 20 | 7780 |
| 4+940.00 | 0 | 1 | 4940 | 20 | 7800 |
| 4+960.00 | 0 | 1 | 4960 | 20 | 7820 |
| 4+980.00 | 0 | 1 | 4980 | 20 | 7840 |
| 5+000.00 | 1 | 1 | 5000 | 40 | 7880 |
| 5+020.00 | 1 | 1 | 5020 | 40 | 7920 |
| 5+040.00 | 1 | 1 | 5040 | 40 | 7960 |
| 5+060.00 | 1 | 1 | 5060 | 40 | 8000 |
| 5+080.00 | 1 | 1 | 5080 | 40 | 8040 |
| 5+100.00 | 1 | 1 | 5100 | 40 | 8080 |
| 5+110.00 | 1 | 1 | 5110 | 20 | 8100 |
| 5+120.00 | 1 | 1 | 5120 | 20 | 8120 |
| 5+130.00 | 1 | 1 | 5130 | 20 | 8140 |
| 5+140.00 | 1 | 1 | 5140 | 20 | 8160 |
| 5+150.00 | 1 | 1 | 5150 | 20 | 8180 |
| 5+160.00 | 1 | 1 | 5160 | 20 | 8200 |
| 5+170.00 | 1 | 1 | 5170 | 20 | 8220 |
| 5+180.00 | 1 | 1 | 5180 | 20 | 8240 |
| 5+200.00 | 1 | 1 | 5200 | 40 | 8280 |
| 5+220.00 | 1 | 1 | 5220 | 40 | 8320 |
| 5+240.00 | 1 | 1 | 5240 | 40 | 8360 |
| 5+260.00 | 1 | 0 | 5260 | 20 | 8380 |
| 5+280.00 | 1 | 0 | 5280 | 20 | 8400 |
| 5+300.00 | 1 | 0 | 5300 | 20 | 8420 |
| 5+320.00 | 1 | 0 | 5320 | 20 | 8440 |
| 5+330.00 | 1 | 0 | 5330 | 10 | 8450 |
| 5+340.00 | 1 | 0 | 5340 | 10 | 8460 |
| 5+360.00 | 1 | 0 | 5360 | 20 | 8480 |
| 5+380.00 | 1 | 0 | 5380 | 20 | 8500 |
| 5+400.00 | 1 | 0 | 5400 | 20 | 8520 |
| 5+420.00 | 1 | 0 | 5420 | 20 | 8540 |
| 5+440.00 | 1 | 0 | 5440 | 20 | 8560 |
| 5+450.00 | 1 | 0 | 5450 | 10 | 8570 |
| 5+460.00 | 1 | 0 | 5460 | 10 | 8580 |
| 5+470.00 | 1 | 0 | 5470 | 10 | 8590 |
| 5+480.00 | 1 | 0 | 5480 | 10 | 8600 |
| 5+500.00 | 1 | 0 | 5500 | 20 | 8620 |
| 5+520.00 | 1 | 0 | 5520 | 20 | 8640 |
| 5+540.00 | 1 | 0 | 5540 | 20 | 8660 |
| 5+560.00 | 1 | 0 | 5560 | 20 | 8680 |
| 5+570.00 | 1 | 0 | 5570 | 10 | 8690 |
| 5+580.00 | 1 | 0 | 5580 | 10 | 8700 |
| 5+590.00 | 1 | 0 | 5590 | 10 | 8710 |
| 5+600.00 | 1 | 0 | 5600 | 10 | 8720 |
| 5+610.00 | 1 | 1 | 5610 | 20 | 8740 |
| 5+620.00 | 1 | 1 | 5620 | 20 | 8760 |
| 5+630.00 | 1 | 1 | 5630 | 20 | 8780 |
| 5+640.00 | 1 | 1 | 5640 | 20 | 8800 |
| 5+650.00 | 1 | 1 | 5650 | 20 | 8820 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|------|
| 5+660.00 | 1 | 1 | 5660 | 20 | 8840 |
| 5+680.00 | 1 | 1 | 5680 | 40 | 8880 |
| 5+700.00 | 1 | 1 | 5700 | 40 | 8920 |
| 5+720.00 | 1 | 1 | 5720 | 40 | 8960 |
| 5+740.00 | 1 | 1 | 5740 | 40 | 9000 |
| 5+750.00 | 1 | 1 | 5750 | 20 | 9020 |
| 5+760.00 | 1 | 1 | 5760 | 20 | 9040 |
| 5+780.00 | 1 | 1 | 5780 | 40 | 9080 |
| 5+800.00 | 0 | 1 | 5800 | 20 | 9100 |
| 5+820.00 | 0 | 1 | 5820 | 20 | 9120 |
| 5+830.00 | 0 | 1 | 5830 | 10 | 9130 |
| 5+840.00 | 0 | 1 | 5840 | 10 | 9140 |
| 5+850.00 | 0 | 1 | 5850 | 10 | 9150 |
| 5+860.00 | 0 | 1 | 5860 | 10 | 9160 |
| 5+880.00 | 0 | 1 | 5880 | 20 | 9180 |
| 5+900.00 | 0 | 1 | 5900 | 20 | 9200 |
| 5+920.00 | 0 | 1 | 5920 | 20 | 9220 |
| 5+940.00 | 0 | 1 | 5940 | 20 | 9240 |
| 5+950.00 | 0 | 1 | 5950 | 10 | 9250 |
| 5+960.00 | 0 | 1 | 5960 | 10 | 9260 |
| 5+970.00 | 0 | 1 | 5970 | 10 | 9270 |
| 5+980.00 | 1 | 1 | 5980 | 20 | 9290 |
| 5+990.00 | 1 | 1 | 5990 | 20 | 9310 |
| 6+000.00 | 1 | 1 | 6000 | 20 | 9330 |
| 6+010.00 | 1 | 1 | 6010 | 20 | 9350 |
| 6+020.00 | 1 | 1 | 6020 | 20 | 9370 |
| 6+030.00 | 1 | 1 | 6030 | 20 | 9390 |
| 6+040.00 | 1 | 1 | 6040 | 20 | 9410 |
| 6+060.00 | 1 | 1 | 6060 | 40 | 9450 |
| 6+080.00 | 1 | 1 | 6080 | 40 | 9490 |
| 6+090.00 | 1 | 0 | 6090 | 10 | 9500 |
| 6+100.00 | 1 | 0 | 6100 | 10 | 9510 |
| 6+110.00 | 1 | 0 | 6110 | 10 | 9520 |
| 6+120.00 | 1 | 0 | 6120 | 10 | 9530 |
| 6+140.00 | 1 | 0 | 6140 | 20 | 9550 |
| 6+150.00 | 1 | 0 | 6150 | 10 | 9560 |
| 6+160.00 | 1 | 0 | 6160 | 10 | 9570 |
| 6+170.00 | 1 | 0 | 6170 | 10 | 9580 |
| 6+180.00 | 1 | 0 | 6180 | 10 | 9590 |
| 6+200.00 | 1 | 0 | 6200 | 20 | 9610 |
| 6+220.00 | 1 | 0 | 6220 | 20 | 9630 |
| 6+240.00 | 1 | 0 | 6240 | 20 | 9650 |
| 6+260.00 | 1 | 0 | 6260 | 20 | 9670 |
| 6+280.00 | 1 | 0 | 6280 | 20 | 9690 |
| 6+290.00 | 1 | 0 | 6290 | 10 | 9700 |
| 6+300.00 | 1 | 0 | 6300 | 10 | 9710 |
| 6+310.00 | 1 | 0 | 6310 | 10 | 9720 |
| 6+320.00 | 1 | 0 | 6320 | 10 | 9730 |
| 6+330.00 | 1 | 0 | 6330 | 10 | 9740 |
| 6+340.00 | 1 | 1 | 6340 | 20 | 9760 |
| 6+350.00 | 1 | 1 | 6350 | 20 | 9780 |

| | | | | | |
|----------|---|---|------|----|-------|
| 6+360.00 | 1 | 1 | 6360 | 20 | 9800 |
| 6+370.00 | 1 | 1 | 6370 | 20 | 9820 |
| 6+380.00 | 1 | 1 | 6380 | 20 | 9840 |
| 6+390.00 | 1 | 1 | 6390 | 20 | 9860 |
| 6+400.00 | 1 | 1 | 6400 | 20 | 9880 |
| 6+420.00 | 1 | 1 | 6420 | 40 | 9920 |
| 6+440.00 | 1 | 1 | 6440 | 40 | 9960 |
| 6+460.00 | 1 | 1 | 6460 | 40 | 10000 |
| 6+480.00 | 1 | 1 | 6480 | 40 | 10040 |
| 6+500.00 | 1 | 1 | 6500 | 40 | 10080 |
| 6+520.00 | 1 | 1 | 6520 | 40 | 10120 |
| 6+540.00 | 1 | 1 | 6540 | 40 | 10160 |
| 6+550.00 | 1 | 1 | 6550 | 20 | 10180 |
| 6+560.00 | 1 | 1 | 6560 | 20 | 10200 |
| 6+570.00 | 1 | 1 | 6570 | 20 | 10220 |
| 6+580.00 | 1 | 1 | 6580 | 20 | 10240 |
| 6+600.00 | 1 | 1 | 6600 | 40 | 10280 |
| 6+620.00 | 1 | 1 | 6620 | 40 | 10320 |
| 6+630.00 | 1 | 1 | 6630 | 20 | 10340 |
| 6+640.00 | 1 | 1 | 6640 | 20 | 10360 |
| 6+650.00 | 1 | 1 | 6650 | 20 | 10380 |
| 6+660.00 | 1 | 1 | 6660 | 20 | 10400 |
| 6+670.00 | 1 | 1 | 6670 | 20 | 10420 |
| 6+680.00 | 1 | 1 | 6680 | 20 | 10440 |
| 6+700.00 | 1 | 1 | 6700 | 40 | 10480 |
| 6+720.00 | 1 | 1 | 6720 | 40 | 10520 |
| 6+730.00 | 1 | 1 | 6730 | 20 | 10540 |
| 6+740.00 | 1 | 1 | 6740 | 20 | 10560 |
| 6+750.00 | 1 | 1 | 6750 | 20 | 10580 |
| 6+760.00 | 1 | 1 | 6760 | 20 | 10600 |
| 6+770.00 | 1 | 1 | 6770 | 20 | 10620 |
| 6+780.00 | 1 | 1 | 6780 | 20 | 10640 |
| 6+790.00 | 1 | 1 | 6790 | 20 | 10660 |
| 6+800.00 | 1 | 1 | 6800 | 20 | 10680 |
| 6+810.00 | 1 | 1 | 6810 | 20 | 10700 |
| 6+820.00 | 0 | 1 | 6820 | 10 | 10710 |
| 6+830.00 | 0 | 1 | 6830 | 10 | 10720 |
| 6+840.00 | 0 | 1 | 6840 | 10 | 10730 |
| 6+860.00 | 0 | 1 | 6860 | 20 | 10750 |
| 6+880.00 | 0 | 1 | 6880 | 20 | 10770 |
| 6+900.00 | 1 | 1 | 6900 | 40 | 10810 |
| 6+920.00 | 1 | 1 | 6920 | 40 | 10850 |
| 6+940.00 | 1 | 1 | 6940 | 40 | 10890 |
| 6+950.00 | 1 | 1 | 6950 | 20 | 10910 |
| 6+960.00 | 1 | 1 | 6960 | 20 | 10930 |
| 6+970.00 | 0 | 1 | 6970 | 10 | 10940 |
| 6+980.00 | 0 | 1 | 6980 | 10 | 10950 |
| 6+990.00 | 0 | 1 | 6990 | 10 | 10960 |
| 7+000.00 | 0 | 1 | 7000 | 10 | 10970 |
| 7+010.00 | 0 | 1 | 7010 | 10 | 10980 |
| 7+020.00 | 0 | 1 | 7020 | 10 | 10990 |

| | | | | | |
|----------|---|---|---------|-------|----------|
| 7+030.00 | 0 | 1 | 7030 | 10 | 11000 |
| 7+040.00 | 0 | 1 | 7040 | 10 | 11010 |
| 7+050.00 | 0 | 1 | 7050 | 10 | 11020 |
| 7+060.00 | 0 | 1 | 7060 | 10 | 11030 |
| 7+080.00 | 1 | 1 | 7080 | 40 | 11070 |
| 7+100.00 | 1 | 1 | 7100 | 40 | 11110 |
| 7+120.00 | 1 | 1 | 7120 | 40 | 11150 |
| 7+140.00 | 1 | 1 | 7140 | 40 | 11190 |
| 7+160.00 | 1 | 1 | 7160 | 40 | 11230 |
| 7+180.00 | 1 | 1 | 7180 | 40 | 11270 |
| 7+200.00 | 1 | 1 | 7200 | 40 | 11310 |
| 7+220.00 | 1 | 1 | 7220 | 40 | 11350 |
| 7+240.00 | 1 | 1 | 7240 | 40 | 11390 |
| 7+260.00 | 1 | 1 | 7260 | 40 | 11430 |
| 7+280.00 | 0 | 1 | 7280 | 20 | 11450 |
| 7+300.00 | 0 | 1 | 7300 | 20 | 11470 |
| 7+310.00 | 0 | 1 | 7310 | 10 | 11480 |
| 7+320.00 | 0 | 1 | 7320 | 10 | 11490 |
| 7+330.00 | 0 | 1 | 7330 | 10 | 11500 |
| 7+340.00 | 0 | 1 | 7340 | 10 | 11510 |
| 7+350.00 | 0 | 1 | 7350 | 10 | 11520 |
| 7+360.00 | 0 | 1 | 7360 | 10 | 11530 |
| 7+370.00 | 0 | 1 | 7370 | 10 | 11540 |
| 7+380.00 | 0 | 1 | 7380 | 10 | 11550 |
| 7+390.00 | 0 | 1 | 7390 | 10 | 11560 |
| 7+400.00 | 0 | 1 | 7400 | 10 | 11570 |
| 7+410.00 | 0 | 1 | 7410 | 10 | 11580 |
| 7+420.00 | 0 | 1 | 7420 | 10 | 11590 |
| 7+440.00 | 1 | 1 | 7440 | 40 | 11630 |
| 7+460.00 | 1 | 1 | 7460 | 40 | 11670 |
| 7+470.00 | 1 | 1 | 7470 | 20 | 11690 |
| 7+480.00 | 1 | 1 | 7480 | 20 | 11710 |
| 7+490.00 | 0 | 1 | 7490 | 10 | 11720 |
| 7+500.00 | 0 | 1 | 7500 | 10 | 11730 |
| 7+520.00 | 0 | 1 | 7520 | 20 | 11750 |
| 7+540.00 | 0 | 1 | 7540 | 20 | 11770 |
| 7+560.00 | 1 | 1 | 7560 | 40 | 11810 |
| 7+572.59 | 1 | 1 | 7572.59 | 25.18 | 11835.18 |

8.2 METRADO DEL PUENTE

| PUENTE MAMARURIBAMBA BAJO | |
|---|-----------------|
| <i>DISEÑO DE TROCHA CARROZABLE MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2016.</i> | |
| TRAMO | <i>Km 0+010</i> |

8.2.1 CONSOLIDADO DE PUENTE

| | PARTIDAS | UN | TOTAL |
|----------------|---|----|-----------|
| 1.00.00 | TRABAJOS PRELIMINARES | | |
| 1.01.00 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS | GL | 1.0 |
| 1.02.00 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN | ML | 30.0 |
| 1.03.00 | CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACENES | UN | 1.0 |
| 2.00.00 | PUENTE | GL | 1.0 |
| 2.01.00 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | |
| 2.01.01 | EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA | M3 | 2 753.87 |
| 2.01.02 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR PERMEABLE | M3 | 1 043.23 |
| 2.01.03 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO | M3 | 1 043.23 |
| 2.01.04 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE | M3 | 2 138.30 |
| 2.02.00 | SUB ESTRUCTURA | | |
| 2.02.01 | OBRAS DE CONCRETO SIMPLE | | |
| 2.02.01.01 | SOLADO PARA ZAPATAS | M2 | 25.0 |
| 2.02.04 | ESTRIBOS | | |
| 2.02.04.01 | ESTRIBOS - concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ | M3 | 559.4 |
| 2.02.04.02 | ESTRIBOS- Encofrado y Desencofrado | M2 | 737.0 |
| 2.02.04.03 | ESTRIBOS - Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ | KG | 40 970.68 |
| 2.03.00 | SUPERESTRUCTURA | | |
| 2.03.01 | VIGAS DIAFRAGMA | | |
| 2.03.01.01 | VIGAS DIAFRAGMA - concreto $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ | M3 | 9.9 |
| 2.03.01.02 | VIGAS DIAFRAGMA- Encofrado y Desencofrado | M2 | 29.2 |
| 2.03.01.03 | VIGAS DIAFRAGMA- Acero de Refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ | KG | 503.4 |
| 2.03.02 | LOSA | | |
| 2.03.02.01 | LOSA - concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ | M3 | 31.8 |
| 2.03.02.02 | LOSA - Encofrado y desencofrado | M2 | 72.0 |
| 2.03.02.03 | LOSA - Acero de Refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ | KG | 4 872.90 |
| 2.04.00 | OTROS | | |
| 2.04.01 | SUMINISTRO E INTALACION DE BARANDAS DE VEREDAS TIPO II | m | 51.2 |
| 2.04.02 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS DE DRENAJE | GL | 1.0 |
| 2.04.03 | JUNTAS DE DILATACIÓN | UN | 2.0 |
| 2.04.04 | DISPOSITIVOS DE APOYO | UN | 6.0 |

METRADOS DE CONCRETO PUENTE

[illegible]

[illegible]

METRADOS DE CONCRETO PUENTE

| ITEM | DESCRIPCION | UND | CAN | ELEM. | L | A | H | PARCIAL | SUB TOTAL | TOTAL | OBSERVACIONES |
|------------|------------------------------------|-----|------|-------|------|--------|---|---------|--------------|--------|----------------------|
| 2.02.04.02 | ESTRIBOS- Encofrado y Desencofrado | M2 | | | | | | | | 737.05 | |
| | PUENTE | | | | | Area | | | 737.05 | | |
| | CORTE A-A | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0 | | 0.00 | | | LAMINA E-01-02-03-04 |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 4.5623 | | 9.12 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.86 | | 1.72 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 1.105 | | 2.21 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 4.9156 | | 9.83 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.8599 | | 1.72 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.4402 | | 0.88 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.4402 | | 0.88 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.5458 | | 1.09 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 46.58 | | 93.16 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 51.252 | | 102.50 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 4.7283 | | 9.46 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 49.252 | | 98.50 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.0002 | | 0.00 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.0001 | | 0.00 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0 | | 0.00 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 41.291 | | 82.58 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 16.909 | | 33.82 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 3.575 | | 7.15 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 3.5534 | | 7.11 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 5.8036 | | 11.61 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.9745 | | 1.95 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 3.6487 | | 7.30 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 1.105 | | 2.21 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 1.4679 | | 2.94 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.5458 | | 1.09 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 3.4 | | 6.80 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.9454 | | 1.89 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 9.4333 | | 18.87 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 41.291 | | 82.58 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 5.8036 | | 11.61 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0 | | 0.00 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 49.252 | | 98.50 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0 | | 0.00 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0.4402 | | 0.88 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0 | | 0.00 | | | |
| | | M2 | 2.00 | 1.00 | ÁREA | 0 | | 0.00 | | | |

METRADOS DE CONCRETO PUENTE

[illegible]

METRADOS DE CONCRETO PUENTE

[illegible]

METRADOS DE CONCRETO PUENTE

[illegible]

[illegible]

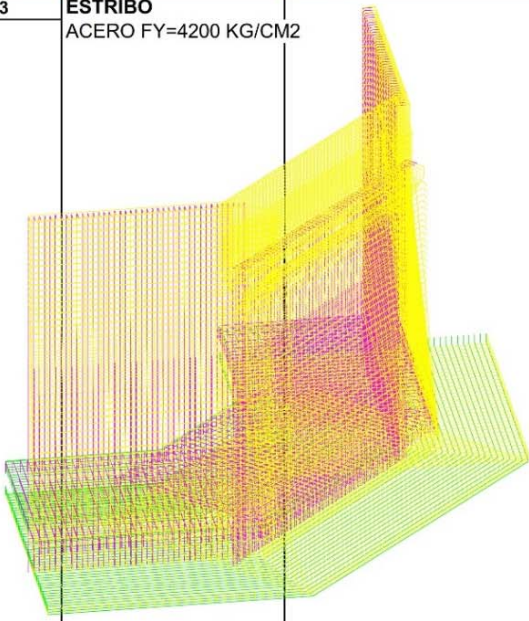
METRADOS DE CONCRETO PUENTE

| ITEM | DESCRIPCION | UND | CAN | ELEM. | L | A | H | PARCIAL | SUB TOTAL | TOTAL | OBSERVACIONES |
|----------------|---|-----|------|-------|-------|---|------|---------|--------------|---------------|----------------------|
| 2.04.00 | OTROS | | | | | | | | | | |
| 2.04.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS DE VEREDAS TIPO II | M | 2.00 | 1.00 | 25.60 | | | | | 51.20 | |
| | LARGUERO DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTÁNDAR, Ø=60.3 mm | M | | | | | | | | 118.56 | |
| | EN LIMITE DE VEREDA | | 2.00 | 1.00 | 59.28 | | | | 118.56 | | LAMINA E-01-02-03-04 |
| | | | | | | | | | | | |
| | POSTE DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTÁNDAR, Ø=60.3 mm | M | 2.00 | 30.00 | | | 1.11 | | 66.54 | 66.54 | LAMINA E-01-02-03-04 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | MALLA DE ALAMBRE 1/8 ,0.13X0.13 | m | | | | | | | | 51.20 | LAMINA E-01-02-03-04 |
| | | | 2.00 | 1.00 | 25.60 | | | | 51.20 | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 2.04.03 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS DE DRENAJE | | | | | | | | | | |
| | DRENAJE CON TUBERIA PVC Ø 3 " X0.55M +CODO DE 45° EN LOSA | UND | 2.00 | 6.00 | | | | | 12.00 | 12.00 | LAMINA E-01-02-03-04 |
| | | | | | | | | | | | |
| | DRENAJE CON TUBERIA PVC SAP Ø 4 " EN ZAPATAS | ML | 2.00 | 8.00 | 1.00 | | | | 16.00 | 16.00 | LAMINA E-01-02-03-04 |
| | | | | | | | | | | | |

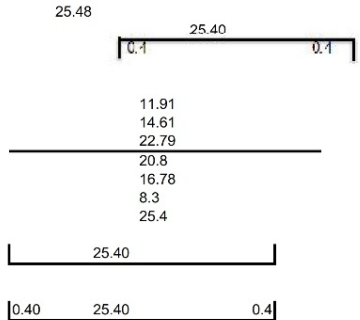
SUMINISTRO DE INSTALACION DE BARANDAS DE VEREDAS TIPO II

| DESCRIPCION | und. | para 17.60 m | Insumo x 1 m |
|---|------|--------------|--------------|
| LARGUERO DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTANDAR, Ø=60.3 mm | m | 118.56 | 1.05 |
| POSTE DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2"; Ø=60.3 mm | m | 66.54 | 0.59 |
| MALLA DE ALAMBRE 1/8, 0.13 X 0.13 m | m | 51.20 | 0.10 |

METRADO DE ACERO - ESTRIBOS DE PUENTES

| N° de Partida | Descripción del Elemento Estructural | Diseño de Acero en el elemento estructural | Diámetro varilla | Longitud p diseño | Repeticione del diseño | Cantidad de Ele Estructurales | LONGITUD POR DIAMETRO DE VARILLA EN ML. | | | | | | TOTAL (KG) |
|---------------|--------------------------------------|--|---|-------------------|------------------------|-------------------------------|---|------|-------|-------|------|--------|-------------|
| | | | | | | | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 1 | |
| 2.02.03.03 | ESTRIBO ACERO FY=4200 KG/CM2 |  | 1/2 | 4,879.15 | 1 | 2.00 | | | 9,758 | | | | |
| | | | 5/8 | 1,308.80 | 1 | 2.00 | | | | 2,618 | | | |
| | | | 1 | 3,291.27 | 1 | 2.00 | | | | | | 6,583 | |
| | | | Peso en kilogramos por metro lineal | | | | 0.25 | 0.58 | 1.02 | 1.69 | 2.86 | 4.04 | Total en kg |
| | | | Longitud total por diámetro, en metros lineales | | | | - | - | 9,758 | 2,618 | - | 6,583 | |
| | | | Total en kilogramos por diámetro | | | | - | - | 9,953 | 4,424 | - | 26,593 | 40,971 |

METRADO DE ACERO - VIGAS PERALTADAS

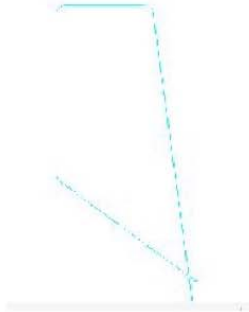


| N° de Partida | Descripción del Elemento Estructural | Diseño de Acero en el elemento estructural | Diámetro varilla | Longitud por diseño | Repeticiones del diseño | Cantidad de Estructurales | LONGITUD POR DIAMETRO DE VARILLA EN ML. | | | | | | TOTAL (KG) |
|---------------|--------------------------------------|---|------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|---|----------|----------|------|--------|-----------|-------------|
| | | | | | | | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 1 | |
| 2.03.02 | VIGAS ACERO FY=4200 KG/CM2 | PRINCIPAL  <p>L= 25.48</p> <p>0.4 25.40 0.4</p> <p>11.91 14.61 22.79</p> <p>20.8 16.78 8.3 25.4</p> <p>25.40</p> <p>0.40 25.40 0.4</p> <p>ESTRIBOS ϕ 1/2", 1@ ,11@ 0.20 ,5@ 0.06 ,5@ 0.15 resto ϕ 0.6</p> <p>H= 1.75 A= 0.55 Ltotal= 25.48</p> <p>0.45 1.65</p> <p>ESTRIBOS ϕ 1/2", 1@ ,11@ 0.20 ,5@ 0.06 ,5@ 0.15 resto ϕ 0.6</p> <p>H= 1.75 A= 0.23 Ltotal= 25.48</p> <p>0.23 1.67</p> | 1 | 29.80 | 12.00 | 3.00 | | | | | | | 1,072.80 |
| | | | 1 | 13.11 | 2.00 | 3.00 | | | | | | | 78.64 |
| | | | 1 | 15.81 | 2.00 | 3.00 | | | | | | | 94.83 |
| | | | 1 | 22.79 | 2.00 | 3.00 | | | | | | | 136.72 |
| | | | 1 | 20.80 | 2.00 | 3.00 | | | | | | | 124.78 |
| | | | 1 | 17.98 | 2.00 | 3.00 | | | | | | | 107.89 |
| | | | 3/4 | 8.30 | 2.00 | 3.00 | | | | | | | |
| | | | 3/8 | 26.60 | 16.00 | 3.00 | | 1,276.80 | | | 49.80 | | |
| | | | 1 | 29.80 | 4.00 | 3.00 | | | | | | | 357.60 |
| | | | 1 | 29.80 | 8.00 | 3.00 | | | | | | | 715.20 |
| | | | 1/2 | 4.35 | 72.00 | 3.00 | | | 939.60 | | | | |
| | | | 1/2 | 3.94 | 72.00 | 3.00 | | | 851.04 | | | | |
| | | | | | | | 0.25 | 0.58 | 1.02 | 1.69 | 2.86 | 4.04 | Total en kg |
| | | | | | | | - | 1,276.80 | 1,790.64 | - | 49.80 | 2,688.46 | |
| | | | | | | | - | 740.54 | 1,826.45 | - | 142.43 | 10,861.39 | 13,570.81 |

METRADO DE ACERO - VIGAS DIAFRAGMA

| N° de Partida | Descripción del Elemento Estructural | Diseño de Acero en el elemento estructural | Diámetro varilla | Longitud diseño | Repeticiones del diseño | Cantidad de Elementos Estructurales | LONGITUD POR DIAMETRO DE VARILLA EN ML. | | | | | | TOTAL (KG) |
|---------------|--------------------------------------|---|------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------------|---|--------|------|--------|----------------|------|-------------|
| | | | | | | | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 1 | |
| | ACERO FY=4200 KG/CM2 | DIAFRAGMA <p>L= 4.80</p> <p>0.25 4.72 0.25</p> <p>4.72</p> <p>4.72</p> <p>ESTRIBOS ϕ 3/8", 1@</p> <p>0.05</p> <p>resto @ 0.21</p> <p>0.12</p> <p>H= 1.60</p> <p>A= 0.20</p> <p>Ltotal= 1.58</p> <p>1.52</p> | 5/8 5/8 | 5.22 5.22 | 5.00 5.00 | 3.00 3.00 | | | | | 78.30 78.30 | | |
| | | | 3/8 | 4.72 | 16.00 | 3.00 | | 226.56 | | | | | |
| | | | 3/8 | 3.43 | 9.00 | 6.00 | | 185.22 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 0.25 | 0.58 | 1.02 | 1.69 | 2.66 | 4.04 | Total en kg |
| | | | | | | | - | 411.78 | - | 156.60 | - | - | |
| | | | | | | | - | 238.83 | - | 264.65 | - | - | 503.49 |

METRADO DE ACERO - LOSA

| N° de Partida | Descripción del Elemento Estructural | Diseño de Acero en el elemento estructural | Diámetro varilla | Longitud por diseño | Repeticiones del diseño | Estructura Cantidad de Elementos | LONGITUD POR DIAMETRO DE VARILLA EN ML. | | | | | | TOTAL (KG) |
|---------------|--------------------------------------|--|------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------|---|-----|----------|-----|-----|---|------------|
| | | | | | | | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 1 | |
| | ACERO FY=4200 KG/CM2 | LOSA DE TABLERO <div> <div>A= 7.54 @ 0.175 L= 25.6</div> <div>L1= 7.54</div> </div> <div> <div>1/2" φ @ 0.175</div> <div>1.62</div> </div> <div> <div>1/2" φ @ 0.30 A= 1.575</div> <div>25.6</div> </div> <div> <div>1/2" φ @ 0.30 A= 1.575</div> <div>25.6</div> </div> <div> <div>3/8" φ @ 0.30 A= 1.37</div> <div>25.6</div> </div> | 1/2 | 7.69 | 146.00 | 1.00 | | | 1,122.74 | | | | |
| | | | 1/2 | 7.69 | 146.00 | 1.00 | | | 1,122.74 | | | | |
| | | | 1/2 | | 146.00 | 2.00 | | | 473.04 | | | | |
| | | | 1/2 | 25.60 | 5.00 | 2.00 | | | 256.00 | | | | |
| | | | 1/2 | 25.60 | 5.00 | 2.00 | | | 256.00 | | | | |
| | | | 1/2 | 25.60 | 5.00 | 4.00 | | | 512.00 | | | | |

| N° de Partida | Descripción del Elemento Estructural | Diseño de Acero en el elemento estructural | Diámetro varilla | Longitud por diseño | Repeticiones del diseño | Estructura Cantidad de Elementos | LONGITUD POR DIAMETRO DE VARILLA EN ML. | | | | | | TOTAL (KG) |
|------------------|---|--|---|------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---|------|----------|------|------|------|---------------|
| | | | | | | | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 1 | |
| | | <p>ACERO EN SARDINEL DE VEREDA</p> <p>1/2" ϕ @ 0.35 L= 25.6</p>  <p>1/2" ϕ @ 0.35 L= 25.6</p>  <p>25.52</p>  | 1/2 | 2.20 | 73.00 | 2.00 | | | 320.91 | | | | |
| | | | 1/2 | 1.39 | 73.00 | 2.00 | | | 203.52 | | | | |
| | | | 1/2 | 25.52 | 10 | 2 | | | 510.40 | | | | |
| | | | Peso en kilogramos por metro lineal | | | | 0.25 | 0.58 | 1.02 | 1.69 | 2.86 | 4.04 | Total en kg |
| | | | Longitud total por diámetro, en metros lineales | | | | - | - | 4,777.35 | - | - | - | |
| | | | Total en kilogramos por diámetro | | | | - | - | 4,872.90 | - | - | - | 4,872.90 |

ANEXO N° 09 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

09.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | | | |
|----------------|---|---|--------------|----------------------------------|-----------|-------------------|------------|-------------|
| Presupuesto | 1009011 | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 | CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 | |
| Partida | 01.01.01 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | | 5,679.46 | |
| Código | Descripción Recurso | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Subcontratos | | | | | | | |
| 0400010020 | S/C MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | | | Glb | | 1.0000 | 5,679.46 | 5,679.46 |
| | | | | | | | | 5,679.46 |
| Partida | 01.01.02 | TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN | | | | | | |
| Rendimiento | km/DIA | MO. 0.8000 | EQ. 0.8000 | Costo unitario directo por : km | | | 2,294.40 | |
| Código | Descripción Recurso | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | | | hh | 8.0000 | 80.0000 | 15.15 | 1,212.00 |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | | | hh | 2.0000 | 20.0000 | 20.76 | 415.20 |
| | | | | | | | | 1,627.20 |
| | Materiales | | | | | | | |
| 02041200010005 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | | | Kg | | 5.0000 | 4.00 | 20.00 |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg | | | Bol | | 0.3600 | 18.00 | 6.48 |
| 0231040004 | ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | | | Und | | 75.0000 | 1.50 | 112.50 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | | | Gln | | 0.2000 | 45.00 | 9.00 |
| | | | | | | | | 147.98 |
| | Equipos | | | | | | | |
| 0301000026 | NIVEL TOPOGRAFICO (INCL. TRIPODE) | | | He | 2.0000 | 20.0000 | 8.88 | 177.60 |
| 0301000031 | ESTACION TOTAL INCL. PRISMA JALONES TELESC. | | | He | 2.0000 | 20.0000 | 14.64 | 292.80 |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | | %mo | | 3.0000 | 1,627.20 | 48.82 |
| | | | | | | | | 519.22 |
| Partida | 01.01.03 | ALQUILER DE PREDIOS PARA CAMPAMENTO Y ALMACEN | | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | | 3,000.00 | |
| Código | Descripción Recurso | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Subcontratos | | | | | | | |
| 0400010021 | ALQUILER DE PREDIOS PARA CAMPAMENTO Y ALMACENES | | | mes | | 5.0000 | 600.00 | 3,000.00 |
| | | | | | | | | 3,000.00 |
| Partida | 01.01.04 | CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x7.20m-Inc. GIGANTOGRAFIA. | | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | | 2,092.93 | |
| Código | Descripción Recurso | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | | | hh | 1.0000 | 8.0000 | 16.83 | 134.64 |
| 0101010005 | PEON | | | hh | 2.0000 | 16.0000 | 15.15 | 242.40 |
| | | | | | | | | 377.04 |
| | Materiales | | | | | | | |
| 02041200010006 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4" | | | Kg | | 5.0000 | 4.00 | 20.00 |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | | | m3 | | 0.4000 | 110.00 | 44.00 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | | | m3 | | 0.4000 | 100.00 | 40.00 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | | | Bol | | 1.0000 | 24.00 | 24.00 |
| 02160600010009 | BANNER-GIGANTOGRAFIA 3.60 X 7.20M | | | Und | | 1.0000 | 500.00 | 500.00 |
| 0231010001 | MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO | | | P² | | 241.7200 | 4.50 | 1,087.74 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | | | m3 | | 0.0210 | 7.00 | 0.15 |
| | | | | | | | | 1,715.89 |
| Partida | 01.02.01.01 | EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA | | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 350.0000 | EQ. 350.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | | 6.32 | |
| Código | Descripción Recurso | | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | | | |

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.**

Subpresupuesto **001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN** Fecha presupuesto **29/10/2017**

| | | | | | | |
|----------------|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|-------------|
| 0101010005 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1371 | 15.15 | 2.08 |
| | | | | | | 2.08 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 2.08 | 0.06 |
| 03011800020004 | TRACTOR DE ORUGAS 190-240HP | hm | 0.8313 | 0.0190 | 220.00 | 4.18 |
| | | | | | | 4.24 |

| | | | | | | |
|-------------|--------------------|--|---------------------|---------------------------------|--|-------------|
| Partida | 01.02.01.02 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON MAQUINARIA | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 940.0000 | EQ. 940.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 5.27 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------------|--|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0575 | 0.0090 | 16.83 | 0.15 |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.9925 | 0.0510 | 15.15 | 0.77 |
| | | | | | | 0.92 |
| | Materiales | | | | | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1000 | 7.00 | 0.70 |
| | | | | | | 0.70 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.92 | 0.03 |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 1.0575 | 0.0090 | 170.00 | 1.53 |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | hm | 1.2925 | 0.0110 | 190.00 | 2.09 |
| | | | | | | 3.65 |

| | | | | | | |
|-------------|--------------------|--|---------------------|---------------------------------|--|-------------|
| Partida | 01.02.01.03 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO A DME D<= 1 KM | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 644.0000 | EQ. 644.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 4.88 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------------|--|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.5000 | 0.0062 | 16.83 | 0.10 |
| | | | | | | 0.10 |
| | Equipos | | | | | |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | hm | 1.0000 | 0.0124 | 190.00 | 2.36 |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 1.3000 | 0.0161 | 150.00 | 2.42 |
| | | | | | | 4.78 |

| | | | | | | |
|-------------|--------------------|---|-----------------------|---------------------------------|--|-------------|
| Partida | 01.02.01.04 | MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE COMPACTADO(e=0.20 m) | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 2,530.0000 | EQ. 2,530.0000 | Costo unitario directo por : m² | | 7.23 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------------|--|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0126 | 15.15 | 0.19 |
| | | | | | | 0.19 |
| | Materiales | | | | | |
| 0207040004 | MATERIAL PROPIO | m3 | | 0.2400 | 3.50 | 0.84 |
| 0231050011 | CAL HIDRAULICA | Kg | | 14.4000 | 0.34 | 4.90 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0200 | 7.00 | 0.14 |
| | | | | | | 5.88 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.19 | 0.01 |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 1.0000 | 0.0032 | 170.00 | 0.54 |
| 03012000010006 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0032 | 190.00 | 0.61 |
| | | | | | | 1.16 |

| | | | | | | |
|-------------|--------------------|---|-----------------------|---------------------------------|--|-------------|
| Partida | 01.02.01.05 | PERFILADO Y COMPAC. DE SUB RASANTE A MAQUINA | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 2,860.0000 | EQ. 2,860.0000 | Costo unitario directo por : m² | | 1.52 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|--------|---------------------|--------|-----------|----------|------------|-------------|
|--------|---------------------|--------|-----------|----------|------------|-------------|

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | | |
|----------------|---|---|--------------|---------------------------------|-------------------|------------|-------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0725 | 0.0030 | 16.83 | 0.05 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0112 | 15.15 | 0.17 | |
| | | | | | | 0.22 | |
| Materiales | | | | | | | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0300 | 7.00 | 0.21 | |
| | | | | | | 0.21 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.22 | 0.01 | |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 1.0725 | 0.0030 | 170.00 | 0.51 | |
| 03012000010006 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0725 | 0.0030 | 190.00 | 0.57 | |
| | | | | | | 1.09 | |
| Partida | 01.02.01.06.01 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCEDENTES Y ESCOMBROS A DME D<= 1 KM | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 644.0000 | EQ. 644.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 4.88 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.5000 | 0.0062 | 16.83 | 0.10 | |
| | | | | | | 0.10 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | hm | 1.0000 | 0.0124 | 190.00 | 2.36 | |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 1.3000 | 0.0161 | 150.00 | 2.42 | |
| | | | | | | 4.78 | |
| Partida | 01.02.01.06.02 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCEDENTES D>1 HASTA 5 KM | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 459.0000 | EQ. 459.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 6.21 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0174 | 16.83 | 0.29 | |
| | | | | | | 0.29 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | hm | 1.0000 | 0.0174 | 190.00 | 3.31 | |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 1.0000 | 0.0174 | 150.00 | 2.61 | |
| | | | | | | 5.92 | |
| Partida | 01.02.02.01 | EXTRACCION Y APILAMIENTO | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 690.0000 | EQ. 690.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 2.94 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.1725 | 0.0020 | 16.83 | 0.03 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0232 | 15.15 | 0.35 | |
| | | | | | | 0.38 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.38 | 0.01 | |
| 03011800020004 | TRACTOR DE ORUGAS 190-240HP | hm | 1.0000 | 0.0116 | 220.00 | 2.55 | |
| | | | | | | 2.56 | |
| Partida | 01.02.02.02 | CARGUIO | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 950.0000 | EQ. 950.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 1.67 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.5000 | 0.0042 | 16.83 | 0.07 | |
| | | | | | | 0.07 | |
| Equipos | | | | | | | |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | hm | 1.0000 | 0.0084 | 190.00 | 1.60 | |

Análisis de precios unitarios

| | | | | |
|----------------|---|--|-------------------|------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 |
| | | | | 1.60 |

| | | | | | | | |
|----------------|--|----------------|----------------|---------------------------------|------------|-------------|------|
| Partida | 01.02.02.03 TRANSPORTE A LA OBRA | | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 213.0000 | EQ. 213.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | | 8.53 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.3133 | 0.0118 | 16.83 | 0.20 | |
| | | | | | | 0.20 | |
| | Equipos | | | | | | |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 1.4768 | 0.0555 | 150.00 | 8.33 | |
| | | | | | | 8.33 | |
| Partida | 01.02.02.04 AFIRMADO GRANULAR COMPACTADO, e=0.20m | | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 2,530.0000 | EQ. 2,530.0000 | Costo unitario directo por : m² | | | 3.65 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0126 | 15.15 | 0.19 | |
| | | | | | | 0.19 | |
| | Materiales | | | | | | |
| 0207020003 | AFIRMADO | m3 | | 0.2400 | 9.00 | 2.16 | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0200 | 7.00 | 0.14 | |
| | | | | | | 2.30 | |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.19 | 0.01 | |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 1.0000 | 0.0032 | 170.00 | 0.54 | |
| 03012000010006 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0032 | 190.00 | 0.61 | |
| | | | | | | 1.16 | |
| Partida | 01.02.02.05 PERFILADO Y COMPAC. DE CARPETA DE RODADURA A MAQUINA | | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 3,200.0000 | EQ. 3,200.0000 | Costo unitario directo por : m² | | | 1.32 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0025 | 16.83 | 0.04 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0100 | 15.15 | 0.15 | |
| | | | | | | 0.19 | |
| | Materiales | | | | | | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0300 | 7.00 | 0.21 | |
| | | | | | | 0.21 | |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.19 | 0.01 | |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 1.0000 | 0.0025 | 170.00 | 0.43 | |
| 03012000010006 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0025 | 190.00 | 0.48 | |
| | | | | | | 0.92 | |
| Partida | 01.03.01 TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 500.0000 | EQ. 500.0000 | Costo unitario directo por : m² | | | 1.78 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 3.0000 | 0.0480 | 15.15 | 0.73 | |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | hh | 1.0000 | 0.0160 | 20.76 | 0.33 | |
| | | | | | | 1.06 | |
| | Materiales | | | | | | |
| 0204120004 | CLAVOS C/CABEZA PARA MADERA (PROMEDIO) | Kg | | 0.0050 | 4.00 | 0.02 | |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg | Bol | | 0.0030 | 18.00 | 0.05 | |

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | |
|----------------|---|---------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 |
| 0231040004 | ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | Und | | 0.1000 | 1.50 | 0.15 |
| 0231050009 | CORDEL | m | | 0.5000 | 0.20 | 0.10 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 0.0030 | 45.00 | 0.14 |
| | | | | | | 0.46 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301000031 | ESTACION TOTAL INCL. PRISMA JALONES TELESC. | He | 1.0000 | 0.0160 | 14.64 | 0.23 |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.06 | 0.03 |
| | | | | | | 0.26 |
| Partida | 01.03.02 EXCAVACION DE ZANJAS HV=0.4 PARA SARDINEL | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 6.0000 | EQ. 6.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 41.61 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 2.0000 | 2.6667 | 15.15 | 40.40 |
| | | | | | | 40.40 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 40.40 | 1.21 |
| | | | | | | 1.21 |
| Partida | 01.03.03 NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 120.0000 | EQ. 120.0000 | Costo unitario directo por : m² | | 3.94 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.1000 | 0.0733 | 20.76 | 1.52 |
| 0101010005 | PEON | hh | 1.0000 | 0.0667 | 15.15 | 1.01 |
| | | | | | | 2.53 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 2.53 | 0.08 |
| 0301100001 | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm | 1.0000 | 0.0667 | 20.00 | 1.33 |
| | | | | | | 1.41 |
| Partida | 01.03.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 542.0000 | EQ. 542.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 5.28 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0148 | 16.83 | 0.25 |
| | | | | | | 0.25 |
| | Equipos | | | | | |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | hm | 1.0000 | 0.0148 | 190.00 | 2.81 |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 1.0000 | 0.0148 | 150.00 | 2.22 |
| | | | | | | 5.03 |
| Partida | 01.03.05 CONCRETO F'c=175 KG/CM2 EN CANALETAS | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 18.0000 | EQ. 18.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 406.76 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 2.4994 | 1.1108 | 20.76 | 23.06 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 2.4994 | 1.1108 | 16.83 | 18.69 |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.0006 | 2.2225 | 15.15 | 33.67 |
| | | | | | | 75.42 |
| | Materiales | | | | | |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | | 0.6800 | 110.00 | 74.80 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.4800 | 100.00 | 48.00 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 7.5000 | 24.00 | 180.00 |
| 02160600010010 | ADITIVO CURADOR | Gln | | 0.5000 | 24.00 | 12.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1900 | 7.00 | 1.33 |

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.**
 Subpresupuesto **001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN** Fecha presupuesto **29/10/2017**

| | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------------|-----|--------|--------|-------|--|---------------|
| | | | | | | | 316.13 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 75.42 | | 2.26 |
| 03012900010002 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | 0.8325 | 0.3700 | 15.00 | | 5.55 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 0.8325 | 0.3700 | 20.00 | | 7.40 |
| | | | | | | | 15.21 |

| | | | | | | | |
|----------------|----------------------------|--|--------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| Partida | 01.03.06 | JUNTA DE CONTRACCION ASFALTICA CON RC-250, E=1" | | | | | |
| Rendimiento | m/DIA | MO. 10.0000 | EQ. 10.0000 | Costo unitario directo por : m | | | 53.86 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.8000 | 16.83 | 13.46 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 2.0000 | 1.6000 | 15.15 | 24.24 | |
| | | | | | | 37.70 | |
| | Materiales | | | | | | |
| 02010500010004 | ASFALTO LIQUIDO RC-250 | Gln | | 0.1330 | 110.00 | 14.63 | |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.0040 | 100.00 | 0.40 | |
| | | | | | | 15.03 | |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 37.70 | 1.13 | |
| | | | | | | 1.13 | |

| | | | | | | | |
|----------------|---|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|--------------------|-------------|
| Partida | 01.04.01 | TRAZO NIVEL Y REPLANTEO | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 500.0000 | EQ. 500.0000 | Costo unitario directo por : m² | | | 1.78 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 3.0000 | 0.0480 | 15.15 | 0.73 | |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | hh | 1.0000 | 0.0160 | 20.76 | 0.33 | |
| | | | | | | 1.06 | |
| | Materiales | | | | | | |
| 0204120004 | CLAVOS C/CABEZA PARA MADERA (PROMEDIO) | Kg | | 0.0050 | 4.00 | 0.02 | |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg | Bol | | 0.0030 | 18.00 | 0.05 | |
| 0231040004 | ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | Und | | 0.1000 | 1.50 | 0.15 | |
| 0231050009 | CORDEL | m | | 0.5000 | 0.20 | 0.10 | |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 0.0030 | 45.00 | 0.14 | |
| | | | | | | 0.46 | |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301000031 | ESTACION TOTAL INCL. PRISMA JALONES TELESC. | He | 1.0000 | 0.0160 | 14.64 | 0.23 | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.06 | 0.03 | |
| | | | | | | 0.26 | |

| | | | | | | | |
|---------------|---|--|---------------------|--|-------------------|--------------------|-------------|
| Partida | 01.04.02 | EXCAVACION DE TIERRA EN MATERIAL SATURADO | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 450.0000 | EQ. 450.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | | 5.72 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0356 | 15.15 | 0.54 | |
| | | | | | | 0.54 | |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.54 | 0.02 | |
| 0301170003 | RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58HP 1/2 y3 | hm | 1.0000 | 0.0178 | 290.00 | 5.16 | |
| | | | | | | 5.18 | |

| | | | | | | | |
|---------------|----------------------------|--|---------------------|--|-------------------|--------------------|-------------|
| Partida | 01.04.03 | RELLENO CON MATERIAL PROPIO COMPACTADO CON MAQUINARIA | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 940.0000 | EQ. 940.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | | 5.27 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | |
|----------------|---|---------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0575 | 0.0090 | 16.83 | 0.15 |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.9925 | 0.0510 | 15.15 | 0.77 |
| | | | | | | 0.92 |
| | Materiales | | | | | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1000 | 7.00 | 0.70 |
| | | | | | | 0.70 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.92 | 0.03 |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 1.0575 | 0.0090 | 170.00 | 1.53 |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | hm | 1.2925 | 0.0110 | 190.00 | 2.09 |
| | | | | | | 3.65 |
| Partida | 01.04.04 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 520.0000 | EQ. 520.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 18.15 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0615 | 15.15 | 0.93 |
| | | | | | | 0.93 |
| | Materiales | | | | | |
| 0207020003 | AFIRMADO | m3 | | 1.2000 | 9.00 | 10.80 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1200 | 7.00 | 0.84 |
| | | | | | | 11.64 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.93 | 0.03 |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 1.0000 | 0.0154 | 170.00 | 2.62 |
| 03012000010006 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0154 | 190.00 | 2.93 |
| | | | | | | 5.58 |
| Partida | 01.04.05 NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DEL TERRENO | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 120.0000 | EQ. 120.0000 | Costo unitario directo por : m² | | 3.94 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.1000 | 0.0733 | 20.76 | 1.52 |
| 0101010005 | PEON | hh | 1.0000 | 0.0667 | 15.15 | 1.01 |
| | | | | | | 2.53 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 2.53 | 0.08 |
| 0301100001 | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm | 1.0000 | 0.0667 | 20.00 | 1.33 |
| | | | | | | 1.41 |
| Partida | 01.04.06 EMBOQUILLADO CON PIEDRA MEDIANA E=0.20M, F'C=175 KG/CM2 | | | | | |
| Rendimiento | m³/DIA | MO. 12.0000 | EQ. 12.0000 | Costo unitario directo por : m³ | | 100.14 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.6667 | 20.76 | 13.84 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.6667 | 16.83 | 11.22 |
| 0101010005 | PEON | hh | 1.0000 | 0.6667 | 15.15 | 10.10 |
| | | | | | | 35.16 |
| | Materiales | | | | | |
| 0207010020 | PIEDRA MEDIANA DE 4" | m3 | | 0.4800 | 80.00 | 38.40 |
| 02070200010001 | ARENA FINA | m3 | | 0.0900 | 110.00 | 9.90 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 0.6000 | 24.00 | 14.40 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1750 | 7.00 | 1.23 |
| | | | | | | 63.93 |
| | Equipos | | | | | |

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | | |
|----------------|---|---|--------------|---------------------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | 3.0000 | 35.16 | 1.05 1.05 | |
| Partida | 01.04.07 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 12.0000 | EQ. 12.0000 | Costo unitario directo por : m² | | 49.81 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.6667 | 20.76 | 13.84 |
| 0101010004 | OFICIAL | | hh | 1.0000 | 0.6667 | 16.83 | 11.22 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 0.5000 | 0.3333 | 15.15 | 5.05 30.11 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0204010018 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8 | | Kg | | 0.1500 | 4.50 | 0.68 |
| 0204120004 | CLAVOS C/CABEZA PARA MADERA (PROMEDIO) | | Kg | | 0.3100 | 4.00 | 1.24 |
| 0231010001 | MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO | | P² | | 3.7500 | 4.50 | 16.88 18.80 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 30.11 | 0.90 0.90 |
| Partida | 01.04.08 | CONCRETO EN ALCANTARILLA F'C= 175 KG/CM2 | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 15.0000 | EQ. 15.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 472.32 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 2.0000 | 1.0667 | 20.76 | 22.14 |
| 0101010004 | OFICIAL | | hh | 2.0000 | 1.0667 | 16.83 | 17.95 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 10.0000 | 5.3333 | 15.15 | 80.80 120.89 |
| | Materiales | | | | | | |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | | m3 | | 0.6500 | 110.00 | 71.50 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | | m3 | | 0.5000 | 100.00 | 50.00 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | | Bol | | 8.1000 | 24.00 | 194.40 |
| 02160600010010 | ADITIVO CURADOR | | Gln | | 0.5000 | 24.00 | 12.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | | m3 | | 0.1750 | 7.00 | 1.23 329.13 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 120.89 | 3.63 |
| 03012900010002 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | | hm | 1.0000 | 0.5333 | 15.00 | 8.00 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | | hm | 1.0000 | 0.5333 | 20.00 | 10.67 22.30 |
| Partida | 01.04.09 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN ALCANTARILAS | | | | | |
| Rendimiento | Kg/DIA | MO. 250.0000 | EQ. 250.0000 | Costo unitario directo por : Kg | | 5.28 | |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.0320 | 20.76 | 0.66 |
| 0101010004 | OFICIAL | | hh | 0.5000 | 0.0160 | 16.83 | 0.27 0.93 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0204010009 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 | | Kg | | 0.0600 | 4.20 | 0.25 |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | | Kg | | 1.0700 | 3.80 | 4.07 4.32 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.93 | 0.03 0.03 |
| Partida | 01.04.10.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø=36" | | | | | |

Análisis de precios unitarios

| | | | | | |
|----------------|---|--|--|-------------------|------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 |

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------------|-------------|--------------------------------|--|--------|
| Rendimiento | m/DIA | MO. 10.0000 | EQ. 10.0000 | Costo unitario directo por : m | | 478.20 |
|-------------|-------|-------------|-------------|--------------------------------|--|--------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|------------|---------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.8000 | 0.6400 | 16.83 | 10.77 |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.8000 | 3.8400 | 15.15 | 58.18 |
| | | | | | | 68.95 |
| Materiales | | | | | | |
| 0204010019 | ALCANTARILLA TMC Ø=36" C=14 | m | | 1.0000 | 290.00 | 290.00 |
| 0207040002 | MATERIAL DE RELLENO DE FUNDACIONES PARA LA COMPACTACION Y PREPARACION DE LA BASE e=0.10 m. 2(0.91x0.1x0.1) | m3 | | 0.1220 | 70.00 | 8.54 |
| 0207040003 | RELLENO DE FUNDACIONES (HASTA 0.30m. SOBRE LA CLAVE) .91(0.91+0.30))-[(Pi x (0.91)2)/4] | m3 | | 1.5520 | 70.00 | 108.64 |
| | | | | | | 407.18 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 68.95 | 2.07 |
| | | | | | | 2.07 |

| | | | | | |
|---------|-------------|------------------------------------|--|--|--|
| Partida | 01.05.01.01 | FABRICACION DE SEÑALES PREVENTIVAS | | | |
|---------|-------------|------------------------------------|--|--|--|

| | | | | | | |
|-------------|---------|-------------|-------------|----------------------------------|--|--------|
| Rendimiento | Und/DIA | MO. 30.0000 | EQ. 30.0000 | Costo unitario directo por : Und | | 224.15 |
|-------------|---------|-------------|-------------|----------------------------------|--|--------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---------------------|--------------------------|--------|-----------|----------|------------|---------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 10.0000 | 2.6667 | 15.15 | 40.40 |
| | | | | | | 40.40 |
| Materiales | | | | | | |
| 02050700020027 | TUBOS DE FIERRO GALV. 2" | m | | 3.1000 | 27.00 | 83.70 |
| 02050700020028 | PERNOS 1/2"x2 1/2" | Und | | 2.0000 | 2.20 | 4.40 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 0.0117 | 45.00 | 0.53 |
| 0240020003 | PINTURA ANTICORROSIVA | Gln | | 0.0234 | 38.90 | 0.91 |
| 0272070041 | PLANCHA GALV. DE 1/16" | m² | | 0.3600 | 15.00 | 5.40 |
| 0272070042 | MATERIAL REFLECTORIZ. | m² | | 4.0000 | 21.90 | 87.60 |
| | | | | | | 182.54 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 40.40 | 1.21 |
| | | | | | | 1.21 |

| | | | | | |
|---------|-------------|--|--|--|--|
| Partida | 01.05.01.02 | EXCAVACION Y COLOCACION DE SEÑALES PREVENTIVAS | | | |
|---------|-------------|--|--|--|--|

| | | | | | | |
|-------------|---------|-------------|-------------|----------------------------------|--|--------|
| Rendimiento | Und/DIA | MO. 30.0000 | EQ. 30.0000 | Costo unitario directo por : Und | | 194.18 |
|-------------|---------|-------------|-------------|----------------------------------|--|--------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|------------|---------------|
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.2667 | 20.76 | 5.54 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 2.0000 | 0.5333 | 16.83 | 8.98 |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.0000 | 1.3333 | 15.15 | 20.20 |
| | | | | | | 34.72 |
| Materiales | | | | | | |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | | 0.0320 | 3.80 | 0.12 |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | | 0.0650 | 110.00 | 7.15 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.0530 | 100.00 | 5.30 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 0.6000 | 24.00 | 14.40 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 2.8000 | 45.00 | 126.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0173 | 7.00 | 0.12 |
| | | | | | | 153.09 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 34.72 | 1.04 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 1.0000 | 0.2667 | 20.00 | 5.33 |
| | | | | | | 6.37 |

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | |
|----------------|---|---------------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 |
| Partida | 01.05.02.01 FABRICACION DE SEÑALES INFORMATIVAS | | | | | |
| Rendimiento | Und/DIA | MO. 40.0000 | EQ. 40.0000 | Costo unitario directo por : Und | | 123.97 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 10.0000 | 2.0000 | 15.15 | 30.30 |
| | | | | | | 30.30 |
| | Materiales | | | | | |
| 02050700020027 | TUBOS DE FIERRO GALV. 2" | m | | 3.0000 | 27.00 | 81.00 |
| 02050700020028 | PERNOS 1/2"x2 1/2" | Und | | 2.0000 | 2.20 | 4.40 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 0.0058 | 45.00 | 0.26 |
| 0240020003 | PINTURA ANTICORROSIVA | Gln | | 0.0117 | 38.90 | 0.46 |
| 0272070041 | PLANCHA GALV. DE 1/16" | m² | | 0.1800 | 15.00 | 2.70 |
| 0272070042 | MATERIAL REFLECTORIZ. | m² | | 0.1800 | 21.90 | 3.94 |
| | | | | | | 92.76 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 30.30 | 0.91 |
| | | | | | | 0.91 |
| Partida | 01.05.02.02 EXCAVACION Y COLOCACION DE SEÑALES INFORMATIVAS | | | | | |
| Rendimiento | Und/DIA | MO. 30.0000 | EQ. 30.0000 | Costo unitario directo por : Und | | 194.18 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.2667 | 20.76 | 5.54 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 2.0000 | 0.5333 | 16.83 | 8.98 |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.0000 | 1.3333 | 15.15 | 20.20 |
| | | | | | | 34.72 |
| | Materiales | | | | | |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | | 0.0320 | 3.80 | 0.12 |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | | 0.0650 | 110.00 | 7.15 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.0530 | 100.00 | 5.30 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 0.6000 | 24.00 | 14.40 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 2.8000 | 45.00 | 126.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0173 | 7.00 | 0.12 |
| | | | | | | 153.09 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 34.72 | 1.04 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 1.0000 | 0.2667 | 20.00 | 5.33 |
| | | | | | | 6.37 |
| Partida | 01.05.03.01 POSTES DE KILOMETRAJE | | | | | |
| Rendimiento | Und/DIA | MO. 16.0000 | EQ. 16.0000 | Costo unitario directo por : Und | | 230.13 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.5000 | 20.76 | 10.38 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 2.0000 | 1.0000 | 16.83 | 16.83 |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.0000 | 2.5000 | 15.15 | 37.88 |
| | | | | | | 65.09 |
| | Materiales | | | | | |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | | 0.0320 | 3.80 | 0.12 |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | | 0.0650 | 110.00 | 7.15 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.0530 | 100.00 | 5.30 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 0.6000 | 24.00 | 14.40 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 2.8000 | 45.00 | 126.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0173 | 7.00 | 0.12 |
| | | | | | | 153.09 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 65.09 | 1.95 |

| | | | | | | | |
|----------------|---|----|--------|--------|-------|-------------------|------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | | |
| Subpresupuesto | 001 CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 1.0000 | 0.5000 | 20.00 | 10.00 | 11.95 |

| | | | | | | | |
|-------------|---|--------------------------------|--------------|----------------------------------|------------|-------------|-----------|
| Partida | 01.06.01 | ENSAYOS PARA CALIDAD EN OBRA | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | | 10,130.00 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Subcontratos | | | | | | |
| 0400010027 | S/C ENSAYO DE C.B.R. Y COMPACTACION | Glb | | 155.0000 | 30.00 | 4,650.00 | |
| 0400010028 | S/C ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE | Glb | | 12.0000 | 40.00 | 480.00 | |
| 0400010029 | S/C MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA | Glb | | 5.0000 | 1,000.00 | 5,000.00 | |
| | | | | | | 10,130.00 | |
| Partida | 01.07.01 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | | 70,450.00 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Subcontratos | | | | | | |
| 0400010025 | S/C PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | Glb | | 1.0000 | 70,450.00 | 70,450.00 | |
| | | | | | | 70,450.00 | |
| Partida | 01.07.02 | PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | | 55,967.41 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Subcontratos | | | | | | |
| 0400010026 | S/C PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | Glb | | 1.0000 | 55,967.41 | 55,967.41 | |
| | | | | | | 55,967.41 | |
| Partida | 01.08.01 | FLETE TERRESTRE CARRETERA | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 900.0000 | EQ. 900.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | | 50,019.03 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Subcontratos | | | | | | |
| 0400010033 | FLETE TERRESTRE CARRETERA CHICLAYO - MAMARURIBAMBA BAJO | Glb | | 1.0000 | 50,019.03 | 50,019.03 | |
| | | | | | | 50,019.03 | |

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | |
|----------------|---|---------------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | |
| Subpresupuesto | 002 PUENTE MAMARURIBAMBA | | | | | |
| | Fecha presupuesto 29/10/2017 | | | | | |
| Partida | 01.01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | 500.00 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Subcontratos | | | | | |
| 0400010022 | S/C MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | Glb | | 1.0000 | 500.00 | 500.00 |
| | | | | | | 500.00 |
| Partida | 01.01.02 TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN | | | | | |
| Rendimiento | km/DIA | MO. 0.8000 | EQ. 0.8000 | Costo unitario directo por : km | | 2,294.40 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 8.0000 | 80.0000 | 15.15 | 1,212.00 |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | hh | 2.0000 | 20.0000 | 20.76 | 415.20 |
| | | | | | | 1,627.20 |
| | Materiales | | | | | |
| 02041200010005 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | Kg | | 5.0000 | 4.00 | 20.00 |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg | Bol | | 0.3600 | 18.00 | 6.48 |
| 0231040004 | ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | Und | | 75.0000 | 1.50 | 112.50 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | | 0.2000 | 45.00 | 9.00 |
| | | | | | | 147.98 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301000026 | NIVEL TOPOGRAFICO (INCL. TRIPODE) | He | 2.0000 | 20.0000 | 8.88 | 177.60 |
| 0301000031 | ESTACION TOTAL INCL. PRISMA JALONESTElesc. | He | 2.0000 | 20.0000 | 14.64 | 292.80 |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1,627.20 | 48.82 |
| | | | | | | 519.22 |
| Partida | 01.01.03 CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANIA | | | | | |
| Rendimiento | Und/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Und | | 2,744.66 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 2.0000 | 16.0000 | 20.76 | 332.16 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 8.0000 | 16.83 | 134.64 |
| 0101010005 | PEON | hh | 2.0000 | 16.0000 | 15.15 | 242.40 |
| | | | | | | 709.20 |
| | Materiales | | | | | |
| 02041200010005 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | Kg | | 12.0000 | 4.00 | 48.00 |
| 0207010017 | HORMIGON | m3 | | 1.6000 | 100.00 | 160.00 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 13.5000 | 24.00 | 324.00 |
| 0231010001 | MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO | P² | | 50.0000 | 4.50 | 225.00 |
| 0231050010 | TRIPLAY DE 1.22X2.44 m X 6 mm | Pln | | 30.0000 | 41.90 | 1,257.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0250 | 7.00 | 0.18 |
| | | | | | | 2,014.18 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 709.20 | 21.28 |
| | | | | | | 21.28 |
| Partida | 01.02.01 EXCAVACION MASIVA CON MAQUINARIA | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 350.0000 | EQ. 350.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | 6.32 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1371 | 15.15 | 2.08 |
| | | | | | | 2.08 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 2.08 | 0.06 |
| 03011800020004 | TRACTOR DE ORUGAS 190-240HP | hm | 0.8313 | 0.0190 | 220.00 | 4.18 |

Análisis de precios unitarios

| | | | |
|----------------|---|-------------------|------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARUBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | Fecha presupuesto | 29/10/2017 |
| Subpresupuesto | 002 PUENTE MAMARUBAMBA | | 4.24 |

| | | | | | | | |
|----------------|---|--|------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|-------|
| Partida | 01.02.02 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR PERMEABLE CON Ø=35° | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 520.0000 | EQ. 520.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | | 12.91 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0615 | 15.15 | 0.93 | 0.93 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0207020003 | AFIRMADO | m3 | | 1.2000 | 9.00 | 10.80 | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1200 | 7.00 | 0.84 | 11.64 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.93 | 0.03 | |
| 0301100001 | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm | 1.0000 | 0.0154 | 20.00 | 0.31 | 0.34 |
| Partida | 01.02.03 | RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 500.0000 | EQ. 500.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | | 12.96 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0640 | 15.15 | 0.97 | 0.97 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0207020003 | AFIRMADO | m3 | | 1.2000 | 9.00 | 10.80 | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1200 | 7.00 | 0.84 | 11.64 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.97 | 0.03 | |
| 0301100001 | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm | 1.0000 | 0.0160 | 20.00 | 0.32 | 0.35 |
| Partida | 01.02.04 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | | | | | |
| Rendimiento | m3/DIA | MO. 542.0000 | EQ. 542.0000 | Costo unitario directo por : m3 | | | 5.28 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0148 | 16.83 | 0.25 | 0.25 |
| | Equipos | | | | | | |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 y d3 | hm | 1.0000 | 0.0148 | 190.00 | 2.81 | |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 1.0000 | 0.0148 | 150.00 | 2.22 | 5.03 |
| Partida | 01.03.01.01 | SOLADO PARA ZAPATAS | | | | | |
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 35.0000 | EQ. 35.0000 | Costo unitario directo por : m² | | | 55.81 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.2286 | 20.76 | 4.75 | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.2286 | 16.83 | 3.85 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 7.0000 | 1.6000 | 15.15 | 24.24 | 32.84 |
| | Materiales | | | | | | |
| 0207010017 | HORMIGON | m3 | | 0.1250 | 100.00 | 12.50 | |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 0.2000 | 24.00 | 4.80 | |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.0150 | 7.00 | 0.11 | 17.41 |

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.**
 Subpresupuesto **002 PUENTE MAMARURIBAMBA** Fecha presupuesto **29/10/2017**

| Materiales | | | | | | |
|----------------|-------------------------------------|-----|--------|---------|--------|---------------|
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | | 0.7500 | 110.00 | 82.50 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.5000 | 100.00 | 50.00 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 11.0000 | 24.00 | 264.00 |
| 02160600010010 | ADITIVO CURADOR | Gln | | 0.5500 | 24.00 | 13.20 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1700 | 7.00 | 1.19 |
| | | | | | | 410.89 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 120.89 | 3.63 |
| 03012900010002 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.5333 | 15.00 | 8.00 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 1.0000 | 0.5333 | 20.00 | 10.67 |
| | | | | | | 22.30 |

| Partida | 01.04.01.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS PRINCIPAL | | | | |
|--------------|---|--|---------------------|--|------------|-----------------|
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 100.0000 | EQ. 100.0000 | Costo unitario directo por : m² | | 1,375.00 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Subcontratos | | | | | | |
| 0400010031 | S/C ENCOFRADO METALICO EN VIGAS PRINCIPAL | m² | | 12.5000 | 110.00 | 1,375.00 |
| | | | | | | 1,375.00 |

| Partida | 01.04.01.03 | ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN VIGAS PRINCIPAL | | | | |
|--------------|--|---|---------------------|--|------------|-------------|
| Rendimiento | Kg/DIA | MO. 250.0000 | EQ. 250.0000 | Costo unitario directo por : Kg | | 5.28 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0320 | 20.76 | 0.66 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.5000 | 0.0160 | 16.83 | 0.27 |
| | | | | | | 0.93 |
| Materiales | | | | | | |
| 0204010009 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 | Kg | | 0.0600 | 4.20 | 0.25 |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | | 1.0700 | 3.80 | 4.07 |
| | | | | | | 4.32 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.93 | 0.03 |
| | | | | | | 0.03 |

| Partida | 01.04.02.01 | CONCRETO F'C=280 KG/CM² EN VIGAS DIAFRAGMA | | | | |
|----------------|-------------------------------------|---|--------------------|--|------------|---------------|
| Rendimiento | m³/DIA | MO. 15.0000 | EQ. 15.0000 | Costo unitario directo por : m³ | | 554.08 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 2.0000 | 1.0667 | 20.76 | 22.14 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 2.0000 | 1.0667 | 16.83 | 17.95 |
| 0101010005 | PEON | hh | 10.0000 | 5.3333 | 15.15 | 80.80 |
| | | | | | | 120.89 |
| Materiales | | | | | | |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | | 0.7500 | 110.00 | 82.50 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | | 0.5000 | 100.00 | 50.00 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 11.0000 | 24.00 | 264.00 |
| 02160600010010 | ADITIVO CURADOR | Gln | | 0.5500 | 24.00 | 13.20 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1700 | 7.00 | 1.19 |
| | | | | | | 410.89 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 120.89 | 3.63 |
| 03012900010002 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | 1.0000 | 0.5333 | 15.00 | 8.00 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 1.0000 | 0.5333 | 20.00 | 10.67 |
| | | | | | | 22.30 |

| | | | | | | |
|---------|--------------------|--|--|--|--|--|
| Partida | 01.04.02.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA | | | | |
|---------|--------------------|--|--|--|--|--|

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRAN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.
 Subpresupuesto 002 PUENTE MAMARURIBAMBA Fecha presupuesto 29/10/2017

| | | | | | |
|-------------|---------------------|--------------|--------------|---|-----------------|
| Rendimiento | m ² /DIA | MO. 100.0000 | EQ. 100.0000 | Costo unitario directo por : m ² | 1,375.00 |
|-------------|---------------------|--------------|--------------|---|-----------------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|---|----------------|-----------|----------|------------|-----------------|
| | Subcontratos | | | | | |
| 0400010032 | S/C ENCOFRADO METALICO EN VIGAS DIAFRAGMA | m ² | | 12.5000 | 110.00 | 1,375.00 |
| | | | | | | 1,375.00 |

Partida 01.04.02.03 ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN VIGAS DIAFRAGMA

| | | | | | |
|-------------|--------|--------------|--------------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | Kg/DIA | MO. 250.0000 | EQ. 250.0000 | Costo unitario directo por : Kg | 5.28 |
|-------------|--------|--------------|--------------|---------------------------------|-------------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|--|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0320 | 20.76 | 0.66 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.5000 | 0.0160 | 16.83 | 0.27 |
| | | | | | | 0.93 |
| | Materiales | | | | | |
| 0204010009 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 | Kg | | 0.0600 | 4.20 | 0.25 |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | | 1.0700 | 3.80 | 4.07 |
| | | | | | | 4.32 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.93 | 0.03 |
| | | | | | | 0.03 |

Partida 01.04.03.01 CONCRETO DE F'c=210 KG/CM2 EN LOSA

| | | | | | |
|-------------|---------------------|-------------|-------------|---|---------------|
| Rendimiento | m ³ /DIA | MO. 15.0000 | EQ. 15.0000 | Costo unitario directo por : m ³ | 490.32 |
|-------------|---------------------|-------------|-------------|---|---------------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------------|-------------------------------------|----------------|-----------|----------|------------|---------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 2.0000 | 1.0667 | 20.76 | 22.14 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 2.0000 | 1.0667 | 16.83 | 17.95 |
| 0101010005 | PEON | hh | 10.0000 | 5.3333 | 15.15 | 80.80 |
| | | | | | | 120.89 |
| | Materiales | | | | | |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m ³ | | 0.6500 | 110.00 | 71.50 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m ³ | | 0.4800 | 100.00 | 48.00 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | | 9.1000 | 24.00 | 218.40 |
| 02160600010010 | ADITIVO CURADOR | Gln | | 0.5000 | 24.00 | 12.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m ³ | | 0.1760 | 7.00 | 1.23 |
| | | | | | | 351.13 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 120.89 | 3.63 |
| 03012900010002 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | 0.5000 | 0.2667 | 15.00 | 4.00 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 1.0000 | 0.5333 | 20.00 | 10.67 |
| | | | | | | 18.30 |

Partida 01.04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA

| | | | | | |
|-------------|---------------------|--------------|--------------|---|-----------------|
| Rendimiento | m ² /DIA | MO. 100.0000 | EQ. 100.0000 | Costo unitario directo por : m ² | 1,375.00 |
|-------------|---------------------|--------------|--------------|---|-----------------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|--------------------------------|----------------|-----------|----------|------------|-----------------|
| | Subcontratos | | | | | |
| 0400010024 | S/C ENCOFRADO METALICO EN LOSA | m ² | | 12.5000 | 110.00 | 1,375.00 |
| | | | | | | 1,375.00 |

Partida 01.04.03.03 ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM2 EN LOSA

| | | | | | |
|-------------|--------|--------------|--------------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | Kg/DIA | MO. 250.0000 | EQ. 250.0000 | Costo unitario directo por : Kg | 5.28 |
|-------------|--------|--------------|--------------|---------------------------------|-------------|

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|---------------------|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0320 | 20.76 | 0.66 |

Análisis de precios unitarios

| | | | | | | |
|----------------|--|---------------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Presupuesto | 1009011 DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYA YOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | | | |
| Subpresupuesto | 002 PUENTE MAMARURIBAMBA | | | | | |
| | | | | Fecha presupuesto | 29/10/2017 | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 0.5000 | 0.0160 | 16.83 | 0.27 |
| | | | | | | 0.93 |
| | Materiales | | | | | |
| 0204010009 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 | Kg | | 0.0600 | 4.20 | 0.25 |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | | 1.0700 | 3.80 | 4.07 |
| | | | | | | 4.32 |
| | Equipos | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.93 | 0.03 |
| | | | | | | 0.03 |
| Partida | 01.05.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS DE VEREDAS TIPO II | | | | | |
| Rendimiento | m/DIA | MO. 15.0000 | EQ. 15.0000 | Costo unitario directo por : m | | 14.89 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Materiales | | | | | |
| 0205070007 | POSTE DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTÁNDAR ,Ø=60.3 mm | m | | 0.5900 | 8.94 | 5.27 |
| 0205070008 | MALLA DE ALAMBRE 1/8 ,0.13X0.13 | m | | 0.1000 | 2.30 | 0.23 |
| 0240020004 | LARGUERO DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTÁNDAR, Ø=60.3 mm EN LIMITE DE VEREDA | m | | 1.0500 | 8.94 | 9.39 |
| | | | | | | 14.89 |
| Partida | 01.05.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS DE DRENAJE | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | 73.54 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Materiales | | | | | |
| 0240020007 | DRENAJE CON TUBERIA PVC Ø 3 " X0.55M +CODO DE 45° EN LOSA | Und | | 2.0000 | 12.77 | 25.54 |
| 0240020008 | DRENAJE CON TUBERIA PVC SAP Ø 4 " EN ZAPATAS | m | | 2.0000 | 24.00 | 48.00 |
| | | | | | | 73.54 |
| Partida | 01.06.01 FLETE TERRESTRE PUENTE | | | | | |
| Rendimiento | Glb/DIA | MO. 1.0000 | EQ. 1.0000 | Costo unitario directo por : Glb | | 51,143.30 |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| | Subcontratos | | | | | |
| 0400010034 | FLETE TERRESTRE PUENTE CHICLAYO - MAMARURIBAMBA BAJO | Glb | | 1.0000 | 51,143.30 | 51,143.30 |
| | | | | | | 51,143.30 |

09.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE SUB CONTRATOS.

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION

DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

A.- MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRASPORTADO

| EQUIPO | UND | Nº DE EQUIPOS | Nº DE VIAJES | OBSERVACIONES |
|---|-----|---------------|--------------|---------------|
| RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T | HM | 1.00 | 1.00 | CAMA BAJA |
| CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3. | HM | 1.00 | 1.00 | CAMA BAJA |
| TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP | HM | 1.00 | 1.00 | CAMA BAJA |
| MOTONIVELADORA DE 125 HP | HM | 1.00 | 1.00 | CAMA BAJA |
| RETROEXCAVADOR | HM | 1.00 | 1.00 | CAMA BAJA |
| TOTAL DE VIAJES | | | 5.00 | |
| DURACION DEL VIAJE IDA Y VUELTA(HM) | | | 2.00 | |
| FRV: FACTOR DE RETORNO AL VACIO | | | 1.40 | |
| COSTO DE FLETE DE EQUIPO (S./VIAJE) | | | 500.00 | |
| MOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.) | | | 2,500.00 | |
| DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.) | | | 2,500.00 | |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.) | | | 5,000.00 | |

| ORIGEN DESTINO | DISTANCIA (KM) | VELOCIDAD (KM/H) |
|-------------------|----------------|------------------|
| CHOTA - C.G. OBRA | 25.00 | 25.00 |
| TOTAL | 25.00 | 25.00 |

B.- MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO

| EQUIPO AUTOTRANSPORTADO | CANTIDAD | HM (S/.) | DISTANCIA (KM) | VELOCIDAD (KM/H) | HORAS | PARCIAL (S/.) |
|---|----------|----------|----------------|------------------|-------|---------------|
| CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2000G | 1.00 | 68.86 | 25.00 | 35.00 | 2.00 | 49.19 |
| CAMION VOLQUETE 15 M3 | 4.00 | 101.69 | 25.00 | 35.00 | 2.00 | 290.54 |
| DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.) | | | | | | 339.73 |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.) | | | | | | 679.46 |

NOTA:

TOTAL

5,679.46

CALCULO DEL FLETE CARRETERA

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

FECHA: 17/11/2018

CENTRO ABASTECIMIENTO

: CHICLAYO

1- DATOS GENERALES

RUTA: CHICLAYO - MAMARURIBAMBA

A- POR PESO

| MATERIALES | UNIDAD | CANTIDAD | PESO UNIT. | PESO TOTAL |
|--|--------|----------|------------|------------|
| ASFALTO LIQUIDO RC- 250 | gal | 486.28 | 5.00 | 2,431.41 |
| ACERO CORRUGADO fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg | 1.09 | 1.00 | 1.09 |
| ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8 | kg | 58.71 | 1.00 | 58.71 |
| CLAVOS PARAMADERA CON CABEZA DE 3" | kg | 33.75 | 1.00 | 33.75 |
| CLAVOS PARAMADERA CON CABEZA DE 4" | kg | 10.00 | 1.00 | 10.00 |
| CLAVOS C/CABEZA PARAMADERA (PROMEDIO) | kg | 144.58 | 1.00 | 144.58 |
| TUBOS DE FIERRO GALV. 2" | m | 86.20 | 2.39 | 206.02 |
| PERNOS 1/2"x2 1/2" | und | 56.00 | 0.10 | 5.60 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol | 7,458.07 | 42.50 | 316,968.15 |
| YESO BOLSA 28 kg | bol | 16.38 | 28.00 | 458.52 |
| ADITIVO CURADOR | gal | 452.07 | 4.16 | 1,880.61 |
| MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO | p2 | 128.74 | 1.75 | 225.30 |
| ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | und | 971.09 | 0.35 | 339.88 |
| CORDEL | m | 2,324.18 | 0.01 | 23.24 |
| PINTURA ESMALTE | gal | 110.79 | 5.00 | 553.94 |
| PINTURA ANTICORROSIVA | gal | 0.59 | 5.00 | 2.93 |
| PLANCHA GALV. DE 1/16" | m2 | 9.00 | 11.95 | 107.55 |
| MATERIAL REFLECTORIZ. | m2 | 89.08 | 0.10 | 8.91 |
| PESO TOTAL | | | | 323,460.18 |

B- POR VOLUMEN

EN TUBERIA

UNIDAD DE (2.20 M x 3.00 M) DE CARROCERIA CON H= 1.50 M

| DESCRIPCION | ML | N° DE TUBOS | CAP. CAMION (UNID) | N° VIAJES |
|-----------------------------|-------|-------------|--------------------|-----------|
| ALCANTARILLA TMC Ø=36" C=14 | 13.50 | 12 | 5040 | 0.002 |
| ALCANTARILLA TMC Ø=48" C=14 | 40.50 | 34 | 1690 | 0.020 |
| NUMERO TOTAL DE VIAJES | | | | 0.02 |
| REDONDEO VIAJES | | | | 1.00 |

2- FLETE TERRESTRE

| UNIDAD DE TRANSPORTE | | | |
|---------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| UNIDAD QUE DA COMPROBANTE | | UNIDAD QUE NO DA COMPROBANTE | |
| CAPACIDAD DEL CAMION (M3) | 15.00 | CAPACIDAD DEL CAMION (M3) | 10.00 |
| COSTO POR VIAJE \$/ | 1,500.00 | COSTO POR VIAJE \$/ | 1,200.00 |
| CAPACIDAD DEL CAMION (KG) | 10,000.00 | CAPACIDAD DEL CAMION (KG) | 10,000.00 |
| FLETE POR KG | 0.15 | FLETE POR KG | 0.12 |

| | AFECTO IGV | SIN IGV | |
|-----------------------------|------------|-----------|---|
| FLETE POR PESO | | 48,519.03 | FLETE POR PESO =Peso Total * Flete por peso |
| FLETE POR VOLUMEN | | 1,500.00 | FLETE POR VOLUMEN=N° viajes*costo por viaje |
| COSTO TOTAL FLETE TERRESTRE | | 50,019.03 | |

NOTA: El precio de los agregados estan calculados puestos en Obra

4- RESUMEN DEL FLETE TOTAL

| | SIN IGV |
|-----------------------|------------------|
| FLETE TERRESTRE (UBS) | 50,019.03 |
| FLETE TOTAL | 50,019.03 |

CALCULO DEL FLETE - PUENTE

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

FECHA: 17/11/2018

CENTRO ABASTECIMIENTO

: CHICLAYO

1- DATOS GENERALES

RUTA: CHICLAYO - MAMARURIBAMBA BAJO

A- POR PESO

| MATERIALES | UNIDAD | CANTIDAD | PESO UNIT. | PESO TOTAL |
|---|--------|-----------|------------|------------|
| ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 | Kg | 3,595.07 | 1.00 | 3,595.07 |
| ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | 64,112.13 | 1.00 | 64,112.13 |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | Kg | 12.15 | 1.00 | 12.15 |
| POSTE DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" | m | 30.21 | 2.39 | 72.20 |
| MALLA DE ALAMBRE 1/8, 0.13X0.13 | m | 5.12 | 5.00 | 25.60 |
| POSTE DE TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL DE 3" x 3" | m | 28.16 | 15.00 | 422.40 |
| PLATINA METALICA DE 3" X 3" | m | 12.32 | 6.00 | 73.92 |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | 6,344.96 | 42.50 | 269,660.75 |
| YESO BOLSA 28 kg | Bol | 0.01 | 28.00 | 0.30 |
| ADITIVO CURADOR | Gln | 342.93 | 5.00 | 1,714.64 |
| MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO | P² | 50.00 | 1.75 | 87.50 |
| ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | Und | 2.25 | 0.35 | 0.79 |
| TRIPLAY DE 1.22X2.44 m X 6 mm | Pln | 30.00 | 5.00 | 150.00 |
| PINTURA ESMALTE | Gln | 0.01 | 5.00 | 0.03 |
| LARGUERO DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTÁNDAR, Ø=60.3 mm EN LIMITE DE VEREDA | m | 53.76 | 11.00 | 591.36 |
| LARGUERO DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2 1/2" ESTÁNDAR | m | 43.65 | 10.00 | 436.48 |
| PESO TOTAL | | | | 340,955.31 |

2- FLETE TERRESTRE

| UNIDAD DE TRANSPORTE | | | |
|---------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| UNIDAD QUE DA COMPROBANTE | | UNIDAD QUE NO DA COMPROBANTE | |
| CAPACIDAD DEL CAMION (M3) | 15.00 | CAPACIDAD DEL CAMION (M3) | 10.00 |
| COSTO POR VIAJE \$/ | 1,500.00 | COSTO POR VIAJE \$/ | 1,200.00 |
| CAPACIDAD DEL CAMION (KG) | 10,000.00 | CAPACIDAD DEL CAMION (KG) | 10,000.00 |
| FLETE POR KG | 0.15 | FLETE POR KG | 0.12 |

| | AFECTO IGV | SIN IGV |
|-----------------------------|------------|-----------|
| FLETE POR PESO | | 51,143.30 |
| FLETE POR VOLUMEN | | |
| COSTO TOTAL FLETE TERRESTRE | | 51,143.30 |

NOTA: El precio de los agregados están calculados puestos en Obra

FLETE POR PESO = Peso Total * Flete por peso
FLETE POR VOLUMEN = N° viajes * costo por viaje

4- RESUMEN DEL FLETE TOTAL

| | SIN IGV |
|-----------------------|------------------|
| FLETE TERRESTRE (UBS) | 51,143.30 |
| FLETE TOTAL | 51,143.30 |

PRESUPUESTO DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANT | P. UNIT | P. PARCIAL |
|---|---|------|----------------------|----------|---------------|
| PLAN DE PARTICIPACION CIUDADANA | | | | | |
| | CAPTACITADOR AMBIENTAL | DIAS | 3.00 | 600.00 | S/. 1,800.00 |
| | GASTOS DE MOVILIDAD Y VIÁTICOS | UND | 3.00 | 150.00 | S/. 450.00 |
| | APERITIVOS, BEBIDAS DE CORTESIA | UND | 3.00 | 100.00 | S/. 300.00 |
| | POLOS CON LOGOTIPOS AMBIENTALES | UNID | 50.00 | 20.00 | S/. 1,000.00 |
| | TELEVISOR DVD | UND | 1.00 | 1,000.00 | S/. 1,000.00 |
| | LETREROS INFORMATIVOS | UND | 50.00 | 10.00 | S/. 500.00 |
| | MATERIAL INFORMATIVO | UND | 130.00 | 5.00 | S/. 650.00 |
| | | | SUB TOTAL (2.00) | | S/. 5,700.00 |
| PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS | | | | | |
| | CONTENEDORES | UND | 20.00 | 200.00 | S/. 4,000.00 |
| | RECOJO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS | GLB | 20.00 | 500.00 | S/. 10,000.00 |
| | | | SUB TOTAL (3.00) | | S/. 14,000.00 |
| PLAN DE MITIGACION Y/O CORRECCION DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | |
| | MANEJO DE CAMPAMENTOS | GLB | 1 | 2000 | S/. 2,000.00 |
| | RIEGO EN ZONAS DE TRABAJO | ML | 3,000.00 | 2.00 | S/. 6,000.00 |
| | USO DE BAÑO PORTATIL TIPO DISAL O SIMILAR (01) | UND | 5.00 | 1,000.00 | S/. 5,000.00 |
| | | | SUB TOTAL (4.00) | | S/. 13,000.00 |
| PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO AMBIENTAL) | | | | | |
| | MONITOREO DEL NIVEL DE RUIDO (EVENTO X 6 TOMAS) | UND | 15.00 | 100.00 | S/. 1,500.00 |
| | MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE (EVENTO X 2 TOMAS) | UND | 5.00 | 3,000.00 | S/. 15,000.00 |
| | MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA (EVENTO X 2 TOMAS) | UND | 5.00 | 1,000.00 | S/. 5,000.00 |
| | MONITOREO DE SUELO (EVENTO X 2 TOMAS) | UND | 5.00 | 1,000.00 | S/. 5,000.00 |
| | | | SUB TOTAL (5.00) | | S/. 26,500.00 |
| PLAN DE CONTINGENCIAS | | | | | |
| | EQUIPO CONTRA INCENDIOS (EXTINTORES 12KG) | UND | 5.00 | 150.00 | S/. 750.00 |
| | EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS (BOTIQUÍN) | UND | 5.00 | 140.00 | S/. 700.00 |
| | KIT ANTIDERRAMES | UND | 5.00 | 300.00 | S/. 1,500.00 |
| | ACONDICIONAMIENTO DE ZONAS SEGURAS | UND | 5.00 | 60.00 | S/. 300.00 |
| | | | SUB TOTAL (6.00) | | S/. 3,250.00 |
| PLAN DE ABANDONO O CIERRE | | | | | |
| | PLAN DE REFORESTACION (Restauracion de Areas) | UND | 1.00 | 8,000.00 | S/. 8,000.00 |
| | | | SUB TOTAL (7.00) | | S/. 8,000.00 |
| | | | COSTO DIRECTO (S/.) | | S/. 70,450.00 |

PRESUPUESTO BÁSICO DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.

GASTOS GENERALES PARA PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO

| PARTIDA | DESCRIPCION | PROGRAMADO | | | | | | | |
|----------------------------|--|---|--------|----------|----------|---------|-----------|-----------|-----|
| | | COEF | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | PARCIAL | SUB TOTAL | TOTAL | |
| GASTOS GENERALES FIJOS | | | | | | | | | |
| 1 | PAGOS AL MINISTERIO DE CULTURA | | | | | | | | |
| 1.1 | Presentacion y aprobacion del Plan de Monitoreo Arqueológico | | | | | | 1,932.60 | | |
| 1.2 | Aprobación de Informe Final de PMA | | | | | | 1071.20 | | |
| | | TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS (% CD) | | | | | | 3,003.80 | (1) |
| GASTOS GENERALES VARIABLES | | | | | | | | | |
| 1 | ELABORACION DEL PLAN DE MONITOREO E INFORME FINAL | | | | | | | | |
| 1.1 | Arqueólogo | 1.00 | mes | 1.00 | 3,800.00 | | 3,800.00 | | |
| 2 | Personal de Campo - Implementacion de Plan de Monitoreo | | | | | | | | |
| 2.1 | Arqueólogo | 1.00 | mes | 5.00 | 6,000.00 | | 30,000.00 | | |
| 2.2 | Asistente de Arqueólogo | 1.00 | mes | 5.00 | 3,500.00 | | 17,500.00 | | |
| | | TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES (% CD) | | | | | | 51,300.00 | (2) |

| PARTIDA | DESCRIPCION | PROGRAMADO | | | | | | |
|----------------------------|--|------------|--------|----------|----------|---------|-----------|---------------------|
| | | COEF | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | PARCIAL | SUB TOTAL | TOTAL |
| 01 | EPI | | | | | | | 368.00 |
| | Botas Reforzadas (Arqueólogos) | | par | 4.00 | 40.00 | | 160.00 | |
| | Casco de seguridad (Arqueólogos) | | und | 4.00 | 22.00 | | 88.00 | |
| | Chaleco de Identificación (Arqueólogos) | | und | 4.00 | 15.00 | | 60.00 | |
| | Ponchos de jebe | | und | 4.00 | 15.00 | | 60.00 | |
| 02 | OTROS SERVICIOS DE TERCEROS | | | | | | | 500.00 |
| | Movilidad Local | | | | | | | |
| | Servicio de Movilidad Local (CAMIONETAS PICK UP) | | mes | 0.00 | 4,000.00 | | 0.00 | |
| | Otros | | | | | | | |
| | Reproducción de Planos | | glb | 30.00 | 10.00 | | 300.00 | |
| | Copias Fotostáticas | | glb | 2,000.00 | 0.10 | | 200.00 | |
| 03 | MATERIALES DE ESCRITORIO | | | | | | | 795.60 |
| | Papel bond A4 80 gr. | | millar | 4.00 | 22.00 | | 88.00 | |
| | Cuaderno 100 hojas A4 | | und | 4.00 | 5.00 | | 20.00 | |
| | Archivador | | und | 10.00 | 5.00 | | 50.00 | |
| | Folder manila c/fastner | | und | 50.00 | 0.50 | | 25.00 | |
| | Sobre manila | | und | 50.00 | 0.50 | | 25.00 | |
| | Resaltador | | und | 8.00 | 2.00 | | 16.00 | |
| | Pegamento en barra | | und | 8.00 | 2.00 | | 16.00 | |
| | Lapicerost | | und | 12.00 | 1.80 | | 21.60 | |
| | Corrector | | und | 8.00 | 3.00 | | 24.00 | |
| | Clips | | caja | 7.00 | 10.00 | | 70.00 | |
| | Escalimetro | | und | 4.00 | 10.00 | | 40.00 | |
| | CD ROM | | und | 30.00 | 1.00 | | 30.00 | |
| | Thonner Color Negro | | und | 2.00 | 160.00 | | 320.00 | |
| | Memoria USB 8GB | | und | 2.00 | 25.00 | | 50.00 | |
| TOTAL GASTOS (% CD) | | | | | | | | 1,663.61 (3) |

RESUMEN DE GASTOS GENERALES PARA EL PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO

| | | |
|---|-----------|----------------------|
| GASTOS GENERALES FIJOS PARA PMA | (1) | S/. 3,003.80 |
| GASTOS GENERALES VARIABLES PARA PMA | (2) + (3) | S/. 52,963.61 |
| TOTAL PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | | S/. 55,967.41 |

ANEXO N°10: DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES

10.1 Resumen de Análisis de Costos

| DESAGREGADO GASTOS GENERALES | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------|
| PROYECTO | | | |
| DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016 | | | |
| LUGAR : | CUTERVO - CAJAMARCA | | |
| MODALIDAD : | CONTRATA | | |
| TIPO: | CARRETERAS | | |
| MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE: | | Monto Presupuestado | |
| | | S/. | 7,457,689.72 |
| Resumen de Análisis de Costos | | | |
| DESCRIPCIÓN | | | MONTO |
| CD | COSTO DIRECTO | S/. | 7,457,689.72 |
| UTI | UTILIDAD | 5% ** | 372,884.49 |
| GG | GASTOS GENERALES | 10.00% * | 745,768.97 |
| S_T | SUB TOTAL | | 8,576,343.18 |
| IGV | I.G.V. | 18.00% | 1,543,741.77 |
| T_P | VALOR REFERENCIAL | S/. | 10,120,084.95 |
| SUPERVISION (4.0% VR) | | | 404,803.40 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | 10,524,888.35 |

10.2 Resumen de Análisis de gastos generales

DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE: S/. 7,457,689.72

PORCENTAJE CD
100%

RESUMEN DE ANALISIS DE GASTOS GENERALES

| Item | Descripción | Und. | Cantidad | Precio Unitario S/. | Valor Total S/. |
|--------------------------------------|--|------|----------|---------------------|-------------------|
| I | Gastos Generales Fijos | | | | |
| 1 | Análisis de Gastos Generales Fijos | Glb. | 1.00 | 66,330.76 | 66,330.76 |
| II | Gastos Generales Variables | | | | |
| 1 | Análisis de Gastos Generales Variables | Glb. | 1.00 | 679,438.22 | 679,438.22 |
| Total de Gastos Generales S/. | | | | | 745,768.97 |

| Relación de Costo Directo y Gastos Generales | | | | 10.00% |
|--|-----|--------------|--|--------|
| * Costo Directo | S/. | 7,457,689.72 | | |
| * Gastos Generales | S/. | 745,768.97 | | |
| Relación de Costo Directo/Gastos Gener. | % | 10.00% | | |

| Utilidad | | | | 5.00% |
|--------------------------------------|-----|------------|--|-------|
| * Costo Utilidad | S/. | 372,884.49 | | |
| Relación de Utilidad/Costo Indirecto | % | 5 | | |

10.3 Análisis de gastos generales

DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016

ANALISIS DE GASTOS GENERALES

GASTOS GENERALES FIJOS

| Item | Descripción | Und. | Cant. Descripción | Cant. Unidad | Precio Unitario S/. | Valor Total S/. |
|--|---|------|-------------------|--------------|---------------------|------------------|
| I | GASTOS ADMINISTRATIVOS | | | | | |
| 1.1 | Costo de Preparación de Oferta para la Licitación | est | | 1.00 | 4000.00 | 4000.00 |
| 1.2 | Gastos Legales | est | | 1.00 | 3000.00 | 3000.00 |
| II | LIQUIDACIÓN DE OBRA | | | | | |
| 2.1 | Ingeniero Residente de Obra | mes | 1 | 1 | 8000.00 | 8000.00 |
| 2.2 | Administrador | mes | 1 | 1 | 4000.00 | 4000.00 |
| 2.3 | Secretaria | mes | 1 | 1 | 2,000.00 | 2000.00 |
| 2.4 | Copias. y Documentos | est | 1 | 1 | 2000.00 | 2000.00 |
| 2.5 | Comunicaciones | est | 1 | 1 | 500.00 | 500.00 |
| 2.6 | Útiles de Oficina | est | 1 | 1 | 1000.00 | 1000.00 |
| III | IMPUESTOS | | | | | |
| 3.1 | SENCICO (0.2% CD S/IGV) | % | 0.002 | 1 | 7,457,689.72 | 14,915.38 |
| 3.2 | CONAFOVICER (0.2% CD S/IGV) | % | 0.002 | 1 | 7,457,689.72 | 14,915.38 |
| IV | GASTOS DIVERSOS | | | | | |
| 1 | Gastos de Licitación | Glb. | 1.00 | 100.00% | 6,000.00 | 6,000.00 |
| 2 | Gastos Legales | Glb. | 1.00 | 100.00% | 3,500.00 | 3,500.00 |
| 3 | Gastos Firma de Contrato | Glb. | 1.00 | 100.00% | 2,500.00 | 2,500.00 |
| Total de Gastos Generales Fijos S/. | | | | | | 66,330.76 |

10.4 Gastos variables

| ANALISIS DE GASTOS GENERALES | | | | | | |
|---|--|------|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| GASTOS VARIABLES | | | | | | |
| Item | Descripción | Und. | Cant. Descripción | Cant. Unidad | Precio Unitario S/. | Valor Total S/. |
| A | Personal Técnico Administrativo | | | | | |
| 1 | Gerente de obra | Mes | 1.00 | 5.00 | 10000.00 | 50,000.00 |
| 2 | Ing. Residente de Obra (Inc. Leyes Sociales) - EJECUCION | Mes | 1.00 | 5.00 | 8000.00 | 40,000.00 |
| 4 | Ing. Asistente de Obra | Mes | 2.00 | 5.00 | 6000.00 | 60,000.00 |
| 5 | Maestro de Obra (2) | Mes | 2.00 | 5.00 | 3200.00 | 32,000.00 |
| 6 | Ing. Seguridad(2) | Mes | 1.00 | 5.00 | 4000.00 | 20,000.00 |
| 7 | Almacenero (2) | Mes | 2.00 | 5.00 | 2000.00 | 20,000.00 |
| 8 | Guardian (Incl. Leyes Sociales) (2) | Mes | 4.00 | 5.00 | 1800.00 | 36,000.00 |
| B | Materiales, Servicios y Equipos de Oficinas | | | | | |
| 1 | Movilidad | Mes | 2.00 | 5.00 | 7,000.00 | 70,000.00 |
| 2 | Materiales de Oficina | Mes | 2.00 | 5.00 | 1,300.00 | 13,000.00 |
| 3 | Equipos de Radio Comunicación | Mes | 2.00 | 5.00 | 3,500.00 | 35,000.00 |
| 4 | Grupo Electrogeno | Mes | 4.00 | 5.00 | 2,000.00 | 40,000.00 |
| 5 | Equipos de Computo y Oficina | Mes | 4.00 | 5.00 | 4,000.00 | 80,000.00 |
| C | PLAN DE SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE EN EL TRABAJO | | | | | |
| 1 | Plan de seguridad, salud e higiene en el trabajo | Und | 1.00 | 5.00 | 10,000.00 | 50,000.00 |
| 2 | Señalización preventiva en todas sus etapas | Und | 1.00 | 5.00 | 5,000.00 | 25,000.00 |
| D | COMUNICACIONES, SERVICIOS DE OFICINA Y MATERIALES | | | | | |
| 1 | Telefono, Fax | mes | 1.00 | 5.00 | 300.00 | 1,500.00 |
| 2 | Copias Fotostaticas | mes | 1.00 | 5.00 | 1,296.39 | 6,481.97 |
| E | GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL | | | | | |
| 1 | Contador - Administracion | mes | 1.00 | 5.00 | 4,000.00 | 20,000.00 |
| 2 | Secretaría | mes | 2.00 | 5.00 | 2,000.00 | 20,000.00 |
| F | GASTOS FINANCIEROS (ver hoja de calculo anexa) | | | | | |
| 1 | Carta Fianza de Fiel Cumplimiento del Contrato | gbl | 1.00 | 1.00 | 13,983.17 | 13,983.17 |
| 2 | Carta Fianza de Adelanto Directo | gbl | 1.00 | 1.00 | 13,983.17 | 13,983.17 |
| 3 | Carta Fianza del Adelanto para Materiales | gbl | 1.00 | 1.00 | 16,779.80 | 16,779.80 |
| G | SEGUROS (ver hoja de calculo anexa) | | | | | |
| 1 | Accidentes Personales | glb | 1.00 | 1.00 | 12,118.75 | 12,118.75 |
| 2 | Riesgo de Ingeniería | glb | 1.00 | 1.00 | 3,096.00 | 3,096.00 |
| 3 | Responsabilidad contra Terceros | glb | 1.00 | 1.00 | 495.36 | 495.36 |
| Total de Gastos Generales Variables S/. | | | | | | 679,438.22 |

10.5 Gastos financieros

| |
|--|
| DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016 |
|--|

| | | | | | |
|--|-------------------------------|--------------------------|------------|--------------------|-----------|
| Desagregado de Gastos Financieros | | | | | |
| 1.1 Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato | | | | | |
| Tasa | 10.00% | Comisión del Banco : | 4.50% | | |
| | | Periodo (Meses) : | 5.00 | | |
| | | Monto de la Carta Fianza | | 745,768.97 | |
| | | Comisión del Banco | | 13,983.17 | |
| | | Garantía Bancaria | 20.00% | 149,153.79 | |
| Monto Aplicable: | S/. | 7,457,689.72 | | Costo Financiero : | 13,983.17 |
| 1.2 Garantía del Adelanto Directo | | | | | |
| Tasa | 10.00% | Comisión del Banco : | 4.50% | | |
| | | Periodo Neto : | 5.00 Meses | | |
| | | Monto de la Carta Fianza | | 745,768.97 | |
| | | Comisión del Banco | | 13,983.17 | |
| | | Garantía Bancaria | 20.00% | 149,153.79 | |
| | Carta Fianza renovable cada : | | 3 Meses | | |
| Monto Aplicable: | S/. | 7,457,689.72 | | Costo Financiero : | 13,983.17 |
| 1.3 Garantía del Adelanto de Materiales | | | | | |
| Tasa | 20.00% | Comisión del Banco : | 4.50% | | |
| | | Periodo Neto : | 3.00 Meses | | |
| | | Monto de la Carta Fianza | | 1,491,537.94 | |
| | | Comisión del Banco | | 16,779.80 | |
| | | Garantía Bancaria | 20.00% | 298,307.59 | |
| Monto Aplicable: | S/. | 7,457,689.72 | | Costo Financiero : | 16,779.80 |
| TOTAL GASTOS FINANCIEROS: S/. | | | | | 44,746.14 |

| |
|--|
| DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016 |
|--|

| | | | | | |
|--|-------|----------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS | | | | | |
| 1 SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES | | | | | |
| Tasa: | 1.30% | Periodo (Meses) : | 5.00 | | |
| COBERTURA | S/. | 2,237,306.92 | | Costo Financiero : | 12,118.75 |
| 2 RIESGO DE INGENIERIA | | | | | |
| Tasa: | 1.20% | Periodo(Meses) : | 5.00 | | |
| Monto Aplicable: | S/. | 258,000.00 | | Costo Financiero : | 3,096.00 |
| 3 RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS | | | | | |
| Tasa: | 1.20% | COBERTURA (U.S.\$) : | 753,001 | | |
| | | Periodo (Meses) : | 5.00 | | |
| COBERTURA | S/. | 41,280.00 | | Costo Financiero : | 495.36 |
| Sub-Total A.5 : | | | | | 15,710.11 |
| COSTO POR EMISION DE POLIZA : | | | 3.00% Del Sub-Total | | 471.30 |
| TOTAL GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS : s/. | | | | | 16,181.41 |

ANEXOS N°11: RELACIÓN DE INSUMOS

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

| Obra | 1009011 | DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016. | | | |
|---------------------|--|---|--------------|------------|---------------------|
| Subpresupuesto | 001 | CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO - LAS PALMAS DE TINYAYOC - RAMBRÁN | | | |
| Fecha | 01/10/2017 | | | | |
| Lugar | 060601 | CAJAMARCA - CUTERVO - CUTERVO | | | |
| Código | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 2,675.5169 | 20.76 | 55,543.73 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 7,168.9709 | 16.83 | 120,653.78 |
| 0101010005 | PEON | hh | 80,191.4957 | 15.15 | 1,214,901.16 |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | hh | 337.2918 | 20.76 | 7,002.18 |
| | | | | | 1,398,100.85 |
| MATERIALES | | | | | |
| 02010500010004 | ASFALTO LIQUIDO RC-250 | Gln | 603.2348 | 110.00 | 66,355.83 |
| 0204010009 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 | Kg | 105.9150 | 4.20 | 444.84 |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY-4200K/GCM2 GRADO 60 | Kg | 1,869.9079 | 3.80 | 7,181.65 |
| 0204010018 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8 | Kg | 39.0465 | 4.50 | 175.71 |
| 0204010019 | ALCANTARILLA TMC Ø=36" C=14 | m | 62.4100 | 290.00 | 18,098.90 |
| 02041200010005 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | Kg | 33.7500 | 4.00 | 135.00 |
| 02041200010006 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4" | Kg | 10.0000 | 4.00 | 40.00 |
| 0204120004 | CLAVOS C/CABEZA PARA MADERA (PROMEDIO) | Kg | 143.9123 | 4.00 | 575.65 |
| 02050700020027 | TUBOS DE FIERRO GALV. 2" | m | 86.2000 | 27.00 | 2,327.40 |
| 02050700020028 | PERNOS 1/2"x2 1/2" | Und | 56.0000 | 2.20 | 123.20 |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | 806.7654 | 110.00 | 88,744.19 |
| 0207010020 | PIEDRA MEDIANA DE 4" | m3 | 74.7600 | 90.00 | 5,980.80 |
| 02070200010001 | ARENA FINA | m3 | 14.0175 | 110.00 | 1,541.93 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | 591.0942 | 100.00 | 59,109.42 |
| 0207020003 | AFIRMADO | m3 | 8,144.7120 | 9.00 | 73,302.41 |
| 0207040002 | MATERIAL DE RELLENO DE FUNDACIONES PARA LA COMPACTACION Y PREPARACION DE LA BASE e=0.10 m. 2(Ø.91x0.1x0.1) | m3 | 7.6140 | 70.00 | 532.98 |
| 0207040003 | RELLENO DE FUNDACIONES (HASTA 0.30m. SOBRE LA CLAVE) 2x(Ø.91(Ø.91+0.30))-(P(Ø.91)2/4) | m3 | 56.8603 | 70.00 | 6,780.22 |
| 0207040004 | MATERIAL PROPIO | m3 | 7,957.8120 | 3.50 | 27,852.34 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | 9,048.4640 | 24.00 | 217,163.14 |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg | Bol | 40.3597 | 18.00 | 726.47 |
| 02160600010009 | BANNER-GIGANTOGRAFIA 3.60 X 7.20M | Und | 2.0000 | 500.00 | 1,000.00 |
| 02160600010010 | ADITIVO CURADOR | Gln | 592.6000 | 24.00 | 14,222.40 |
| 0231010001 | MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO | P² | 1,459.6025 | 4.50 | 6,568.21 |
| 0231040004 | ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | Und | 1,770.5800 | 1.50 | 2,655.87 |
| 0231050009 | CORDEL | m | 6,321.6200 | 0.20 | 1,264.32 |
| 0231050011 | CAL HIDRAULICA | Kg | 477,468.7200 | 0.34 | 162,339.36 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | 134.7719 | 45.00 | 6,064.74 |
| 0240020003 | PINTURA ANTICORROSIVA | Gln | 0.5850 | 38.90 | 22.76 |
| 0272070041 | PLANCH GALV. DE 1/16" | m² | 9.0000 | 15.00 | 135.00 |
| 0272070042 | MATERIAL REFLECTORIZ | m² | 89.0800 | 21.90 | 1,950.85 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | 4,641.4271 | 7.00 | 32,489.99 |
| | | | | | 805,905.58 |
| EQUIPOS | | | | | |
| 0301000026 | NIVEL TOPOGRAFICO (INCL. TRIPODE) | He | 135.0000 | 8.88 | 1,198.80 |
| 0301000031 | ESTACION TOTAL INCL. PRISMA JALONES TELES. | He | 337.2923 | 14.64 | 4,937.96 |
| 0301100001 | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm | 926.2102 | 20.00 | 18,524.20 |
| 0301100010 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12T | hm | 491.9232 | 170.00 | 83,626.94 |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3yd3 | hm | 2,363.4407 | 190.00 | 449,053.73 |
| 0301170003 | RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58HP 1/2 y3 | hm | 13.2537 | 290.00 | 3,843.57 |
| 03011800020004 | TRACTOR DE ORUGAS 190-240HP | hm | 8,244.6062 | 220.00 | 1,813,813.36 |
| 03012000010006 | MOTONIVELADORA DE 125 HP | hm | 396.9736 | 190.00 | 75,424.98 |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 3,003.8511 | 150.00 | 450,577.67 |
| 03012900010002 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | 450.3943 | 15.00 | 6,755.91 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 460.8615 | 20.00 | 9,217.23 |
| | | | | | 2,916,974.35 |
| SUBCONTRATOS | | | | | |
| 0400010020 | S/C MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | Glb | 1.0000 | 5,679.46 | 5,679.46 |
| 0400010021 | ALQUILER DE PREDIOS PARA CAMPAMENTO Y ALMACENES | mes | 5.0000 | 600.00 | 3,000.00 |
| 0400010025 | S/C PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | Glb | 1.0000 | 70,450.00 | 70,450.00 |
| 0400010026 | S/C PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO | Glb | 1.0000 | 55,967.41 | 55,967.41 |
| 0400010027 | S/C ENSAYO DE C.B.R. Y COMPACTACION | Glb | 155.0000 | 30.00 | 4,650.00 |
| 0400010028 | S/C ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE | Glb | 12.0000 | 40.00 | 480.00 |
| 0400010029 | S/C MEDIDAS DE SEGURIDAD EN OBRA | Glb | 5.0000 | 1,000.00 | 5,000.00 |
| 0400010033 | FLETE TERRESTRE CARRETERA CHICLAYO - MAMARURIBAMBA BAJO | Glb | 1.0000 | 50,019.03 | 50,019.03 |
| | | | | | 195,245.90 |
| Total | | | | S/. | 5,316,226.88 |

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **1009011** DISEÑO DE LA CARRETERA MAMARURIBAMBA BAJO – LAS PALMAS DE TINYAYOC -
RAMBRÁN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, CAJAMARCA, 2016.
Subpresupuesto **002** PUENTE MAMARURIBAMBA
Fecha **01/10/2017**
Lugar **060601** CAJAMARCA - CUTERVO - CUTERVO

| Código | Recurso | Unidad | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---------------------|---|--------|-------------|------------|---------------------|
| MANO DE OBRA | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 2,661.5183 | 20.76 | 55,253.12 |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1,726.4801 | 16.83 | 29,056.66 |
| 0101010005 | PEON | hh | 4,178.9228 | 15.15 | 63,310.68 |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | hh | 0.6000 | 20.76 | 12.46 |
| | | | | | 147,632.92 |
| MATERIALES | | | | | |
| 0204010009 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 | Kg | 3,595.0714 | 4.20 | 15,099.30 |
| 0204010010 | ACERO CORRUGADO FY=4200KG/CM2 GRADO 60 | Kg | 64,112.1289 | 3.80 | 243,626.09 |
| 02041200010005 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | Kg | 12.1500 | 4.00 | 48.60 |
| 0205070007 | POSTE DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTÁNDAR, Ø=60.3 mm | m | 30.2080 | 8.94 | 270.06 |
| 0205070009 | MALLA DE ALAMBRE 1Ø, 0.13X0.13 | m | 5.1200 | 2.30 | 11.78 |
| 02070100010006 | PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" | m3 | 448.8166 | 110.00 | 49,369.83 |
| 0207010017 | HORMIGON | m3 | 4.7300 | 100.00 | 473.00 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA | m3 | 326.8008 | 100.00 | 32,680.08 |
| 0207020003 | AFIRMADO | m3 | 2,503.7511 | 9.00 | 22,533.76 |
| 0213010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | Bol | 6,344.9588 | 24.00 | 152,279.01 |
| 02130300010001 | YESO BOLSA 28 kg | Bol | 0.0108 | 18.00 | 0.19 |
| 02160600010010 | ADITIVO CURADOR | Gln | 342.9270 | 24.00 | 8,230.25 |
| 0231010001 | MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO | P2 | 50.0000 | 4.50 | 225.00 |
| 0231040004 | ESTACAS DE MADERA (H=0.60m) | Und | 2.2500 | 1.50 | 3.38 |
| 0231060010 | TRIPLAY DE 1.22X2.44 m X 6 mm | Pln | 30.0000 | 41.90 | 1,257.00 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | Gln | 0.0060 | 45.00 | 0.27 |
| 0240020004 | LARGUERO DE TUBO ESTRUCTURAL GALVANIZADO 2" ESTÁNDAR, Ø=60.3 mm EN LIMITE DE VEREDA | m | 53.7600 | 8.94 | 480.61 |
| 0240020007 | DRENAJE CON TUBERIA PVC Ø 3" X0.55M +CODO DE 45° EN LOSA | Und | 2.0000 | 12.77 | 25.54 |
| 0240020008 | DRENAJE CON TUBERIA PVC SAP Ø 4" EN ZAPATAS | m | 2.0000 | 24.00 | 48.00 |
| 0290130023 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | 369.4543 | 7.00 | 2,586.18 |
| | | | | | 529,247.93 |
| EQUIPOS | | | | | |
| 0301000026 | NIVEL TOPOGRAFICO (INCL. TRIPODE) | He | 0.6000 | 8.88 | 5.33 |
| 0301000031 | ESTACION TOTAL INCL. PRISMA JALONES TELESC. | He | 0.6000 | 14.64 | 8.78 |
| 0301100001 | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHAS 7 HP | hm | 32.7570 | 20.00 | 655.14 |
| 03011600010003 | CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3yd3 | hm | 31.6468 | 190.00 | 6,012.89 |
| 03011600020004 | TRACTOR DE ORUGAS 190-240HP | hm | 52.3235 | 220.00 | 11,511.17 |
| 03012200040001 | CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | hm | 31.6468 | 150.00 | 4,747.02 |
| 03012900010002 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25" | hm | 352.6973 | 15.00 | 5,290.46 |
| 03012900030002 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (18HP) | hm | 366.9015 | 20.00 | 7,338.03 |
| | | | | | 35,568.82 |
| SUBCONTRATOS | | | | | |
| 0400010022 | S/C MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | Glb | 1.0000 | 500.00 | 500.00 |
| 0400010024 | S/C ENCOFRADO METALICO EN LOSA | m² | 900.5000 | 110.00 | 99,055.00 |
| 0400010030 | S/C ENCOFRADO METALICO EN ESTRIBOS | m² | 9,213.1250 | 80.00 | 737,060.00 |
| 0400010031 | S/C ENCOFRADO METALICO EN VIGAS PRINCIPAL | m² | 4,128.0000 | 110.00 | 454,080.00 |
| 0400010032 | S/C ENCOFRADO METALICO EN VIGAS DIAFRAGMA | m² | 365.3750 | 110.00 | 40,191.25 |
| 0400010034 | FLETE TERRESTRE PUENTE CHICLAYO - MAMARURIBAMBA BAJO | Glb | 1.0000 | 51,143.30 | 51,143.30 |
| | | | | | 1,382,019.55 |
| Total | | | | S/. | 2,094,469.22 |

ANEXOS N°12: COTIZACIONES

REPRESENTACIONES DORA BEATRIZ SRL
 C/LA MORROPE N°128 URB. SAN LORENZO J.L.O. CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 Telef: 074-255343

ORDEN DE VENTA

O/113-0016071

CLIENTE -
 DIRECCIÓN CHICLAYO

FECHA 04/10/17

| CANTIDAD | UNID | ARTICULO | PRECIO | SUB TOTAL |
|--------------------------|------|-----------------------------------|---------|-----------|
| 200.0000 | bl. | CEMENTO PACASMAYO TIPO I CO | 21.9500 | 4390.00 |
| 20.0000 | KG | ALAMBRE NEGRO N° 16 | 3.4000 | 68.00 |
| 10.0000 | KG | CLAVO 2 1/2" | 3.4000 | 34.00 |
| 50.0000 | KG | CLAVO 3" | 3.4000 | 170.00 |
| 25.0000 | bl | YESO (20KG.) | 4.9000 | 122.50 |
| 200.0000 | VAR | BACO A815-G60 1/2" X 9M V | 26.3000 | 5260.00 |
| 100.0000 | VAR | BACO A815-G60 3/8" X 9M V | 14.6000 | 1460.00 |
| 50.0000 | PZA | PZO JIS G3302 0.20 X 800 X 3500MM | 20.1000 | 1005.00 |
| PESO(Aprox) 11517.00 KG. | | | TOTAL S | 12509.50 |

CC: BCP: 305 1098358031; BBVA: 279-0100008546; INTERBANK: 700-3000298934
 CMAC-P: 110-01-2506463; SCOTIABANK 4549384; FINANCIERO: 110000330144910

MAESTRO PERU

MAESTRO PERU S.A.
JR. SAN LORENZO NRO 881
LIMA -

/ IMA -

SURQUILLO

RUC:20112273922

FONO : 511-6310300

FAX : 61111111

COTIZACION

640002407

FECHA EMISION : 02/10/2017
HORA : 13:15:06
FAX : 955-915952
ID : D 7177223
Forma Pago : Contado
Señor(es) : GLORIA
Plazo : 000 día(s)
Atencion Sr.(a) : PROFORMA

| | |
|--|-----------|
| 1554425 ALAM NEGRO RECOCIDO 16X10KG. | |
| 1.00 CU | 46.00 |
| 120405 CLAVO ALBANIL X 1KG - 2 1/2 | |
| 5.00 CU | 22.50 |
| 120421 CLAVO ALBANIL X 1KG - 3 | |
| 50.00 CU | 225.00 |
| 2210010 BARRA CORRUG 1/2"X9M SIDERPERU | |
| 200.00 CU | 5,280.00 |
| 2209993 BARRA CORRUG 3/8"X9M SIDERPERU | |
| 200.00 CU | 2,940.00 |
| 2337258 YESO 17KG | |
| 20.00 CU | 170.00 |
| 1132792 CT NTU PACASMAYO TICO EXTRA | |
| 500.00 CU | 11,000.00 |
| 75175 SIKA 1 20LTS | |
| 5.00 CU | 519.50 |
| 75140 SIKA ANTISOL X 20LT | |
| 20.00 CU | 1,940.00 |
| 1193740 TRIP PUNA 1 22X2.44X6MMB/C | |
| 10.00 CU | 419.00 |
| 433853 TRIP FENDL AB/C 122X244 | |
| 50.00 CU | 4,595.00 |
| 63800 LATEX PATO BLANCO 50 | |
| 5.00 CU | 670.00 |
| 71579 ESM VENCENAMEL BLANCO 1GL | |
| 10.00 CU | 460.00 |

Tot.Kilos Doc. : 21315.9 Kls.
Tot.Kilos Despacho : 0 Kls.
Total : S/ 28287.00

Precios totales inc IGV, validos hasta el día siguiente y Tienda de emision, para materiales de construccion, aceros y maderas, solo el día de su emision. Precios podria variar dentro del mismo día segun cambios en el mercado. Productos a pedido no sujetos a cambio o devolución. Compras no almacenables por mas de 3 días. PAGO EN CASH EN CASH. Confirme stock antes de facturar. Despacho entre 9:00 a 21:00 hrs dentro de las 48 hrs siguientes a la facturación y pago de servicio.

ANEXOS N° 13: PLANOS DE OBRA